

www.asociacioneducar.com

DESCUBRIENDO EL CEREBRO Y LA MENTE # 74

NEUROCIENCIAS Y NEUROSICOEDUCACIÓN

EL CEREBRO ADOLESCENTE

Dr. Nse. Carlos Logatt Grabner

Los adolescentes pueden convertirse en una especie de fuerte dolor de cabeza para sus padres, quienes suelen expresar que el hasta hace poco el niño cariñoso, calmo y amable, se transformó en un joven de un mal genio incontrolable.

La adolescencia es una etapa de la vida que se caracteriza por presentar variaciones rápidas en los estados de ánimo y la exacerbación de la **emotividad al máximo**, tanto sea hacia la euforia como a la tristeza, lo que lo puede llevar a caer en situaciones de riesgo, drogas, alcohol, conducción imprudente, entre otras.

Durante esta etapa, es decir en el periodo de tiempo que abarca de los 10 a los 20 años, ocurren en las estructuras cerebrales una serie de cambios con consecuencias importantes, por lo que se puede considerar que tienen un cerebro **aún por terminar de desarrollarse**.

El conflicto generacional no es un tema actual, pues ya fue planteado hace miles de años atrás por Aristóteles, quien decía que “la naturaleza calienta a los jóvenes como el vino lo hace con los ebrios”. William Shakespeare también se ocupó del tema, pues en una de sus obras, uno de los personajes deseaba que la juventud durmiera entre los 10 y 23 años. Inclusive el mismo Freud pensaba que la adolescencia era la expresión de un conflicto sicosexual tormentoso, mientras que el psicólogo y pedagogo estadounidense Granville Stanley Hall creía que este periodo replicaba las etapas menos civilizadas de la historia humana.

Pero no todo está en contra de los jóvenes, ya que hay una visión de esta realidad basada en los nuevos descubrimientos neurocientíficos y genéticos, que se ha denominado versión adaptativa del adolescente. Ésta lo muestra como un ser ultrasensible y adaptable que debe asumir la difícil tarea de pasar de la seguridad del hogar paterno al difícil y agresivo mundo exterior, tarea nada sencilla para la UCCM (unidad cuerpo cerebro mente) que aprecia la seguridad y trata de limitar al máximo la incertidumbre.

Otro factor a favor de los adolescentes proviene de la teoría de la evolución, pues ésta, a través de la selección natural, es implacable con cualquier rasgo físico o mental que sea disfuncional. Por lo tanto, si sus cerebros sostienen rasgos tales como la ansiedad, el egoísmo, la impaciencia, la imprudencia, la promiscuidad y la tristeza en esta etapa de la vida debe ser porque las mismas son, de alguna manera, útiles para superar esta difícil y larga etapa. La realidad es que estos rasgos psicológicos no son los únicos que expresan los adolescentes, pero sí los que más resaltan debido a que son los que los padres más sufren y sienten que pueden ser peligrosos.

El cerebro adolescente por dentro. Actualmente, gracias a la información que brindan los estudios bioquímicos y los escáneres cerebrales, es posible saber con un poco más de certeza qué es lo que

sucede dentro del cerebro adolescente. Esta información es de suma utilidad para que tanto padres como hijos puedan entender qué acontece durante esta etapa tan importante de la vida de un ser humano y así conseguir comprenderse mucho mejor entre sí.

Cosas esenciales que ambos deben conocer:

1) Cuál es el **interruptor** que dispara la adolescencia. 2) Cuáles son los **cambios** que la misma produce en el cerebro.

1.- El interruptor que inicia la pubertad es la **liberación de hormonas**, que lleva a una cascada de cambios notables.

Hace años se conoce que le cerebro es el encargado de dirigir el proceso madurativo conocido como pubertad. Sin embargo, nuevos estudios permitieron descubrir los mecanismos que dan lugar a este gran cambio en la vida de los seres humanos.

Un grupo reducido de moléculas intervienen en el proceso, siendo una de las principales el factor liberador de gonadotropinas (GnRH), una neurohormona liberada por el hipotálamo y que induce a la hipófisis a que segregue gonadotropinas (hormona luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH) que, a su vez, activarán a los ovarios o testículos. De este modo se aumentará la tasa de estrógenos o testosterona circulante, ambos factores fundamentales para desencadenar el inicio de la pubertad.

Sin embargo, es importante resaltar que este circuito no es la primera vez que entra en acción. De hecho, ya actuó durante la vida intrauterina, guiando el desarrollo del feto, para luego quedar en estado stand-by durante toda la primera infancia.

En el año 2003, dos equipos científicos lograron descubrir la señal que era responsable de despertar a este circuito de su largo letargo. El primer hallazgo fue el de un **receptor en las neuronas hipotalámicas** encargadas de generar la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Éste era el responsable de activar el proceso al unirse a una molécula que luego fue identificada por Allan Hobbins, del centro de neuroendocrinología de la Universidad de Otago, en Nueva Zelanda, como la Kisspeptina.

Esta sustancia ya era conocida desde 1996, año en que el equipo de Danny Welch de la universidad de Hershey la descubrió cuando buscaba sustancias que fueran capaces de detener el crecimiento tumoral. El curioso nombre que se le dio a esta proteína hace referencia a los bombones de chocolate marca Hersheys kisses (besos de Hershey), denominación que fue muy apropiada, pues sin quererlo, es una buena metáfora de la acción que ejerce esta molécula a nivel cerebral.

En el 2005, otro grupo a cargo de Robert Steiner, de la Universidad de Washington, en Seattle, comprueba que la kisspeptina era liberada por unas neuronas también situadas en el hipotálamo, en cercanías de las secretoras de GnRH.

Sin embargo, aún faltaba encontrar un importante eslabón de la cadena que era saber cuál señal activaba a las neuronas productoras de kisspeptina. Se sospechaba que las mismas deberían ser

sensibles a los estrógenos y andrógenos algo que tiene lógica al descubrirse un sensor de estrógenos: el receptor ER alfa. Este sensor parece que frena la síntesis de kisspeptina hasta que los ovarios han crecido lo suficiente como para que aumente el nivel de estrógenos circulante. Pero no sólo los estrógenos constituyen la única señal activadora, pues el cerebro también tiene en cuenta al nivel de glucosa, insulina y leptina. Estas moléculas le sirven para saber si el organismo posee suficientes reservas de energía y grasas como para activar el mecanismo desencadenante de la pubertad. Esta es una de las razones por la que las deportistas de alto nivel competitivo presentan con frecuencia retraso en el comienzo de su periodo menstrual, pues tienen en su cuerpo pocas reservas de grasa.

2.- Los cambios que se producen en el cerebro.

En los cerebros adolescentes se está produciendo una gran remodelación que afecta a la mayoría de los componentes del mismo y es importante destacar que en esta fase aumenta la vulnerabilidad a la aparición de anomalías, entre las que se puede nombrar a la depresión.

En los jóvenes se producen cambios que son positivos, pero como se desencadenan de forma paulatina en las primeras etapas del proceso los mismos son imperfectos e incompletos, lo que favorece la aparición de inconvenientes conductuales. Además, durante este periodo el cerebro es más sensible a la falta de sueño, estrés y mala alimentación, algo que contribuye a poner en mayor evidencia su falta de maduración, puntos que los adolescentes no suelen tener en cuenta en cuanto a sus hábitos.

Otra de las modificaciones se produce a nivel de los axones, que son las vías a través de la cual las neuronas transmiten los impulsos nerviosos. Estas estructuras se van cubriendo paulatinamente de mielina (una sustancia que cumple una función aislante), que les permite aumentar su velocidad de conducción hasta 100 veces. A su vez, en las otras arborescencias neuronales, llamadas dendritas, se produce un aumento notable de las ramificaciones. Sin embargo, estos cambios son selectivos y progresivos, pues el cerebro experimenta una poda neuronal que es una especie de reajuste en el número de neuronas que lo componen, así como de su cableado neuronal, eliminando aquellas conexiones que no utiliza, a la vez que refuerza las que le son útiles para la supervivencia presente y del futuro.

Este proceso de maduración y modelación se prolongará a lo largo de toda la adolescencia y se caracterizará por comenzar desde las partes posteriores del cerebro (las más antiguas) hacia los lóbulos prefrontales —estos son los últimos en desarrollarse— y en los lóbulos temporales, en donde se producirá la mayor pérdida de neuronas (poda neuronal). Los lóbulos prefrontales son el área más evolucionada del cerebro y el asiento de las capacidades ejecutivas, aquellas que nos permiten atender y desarrollar un plan, monitorearlo, hacer ajustes y cumplirlo entre otras cosas.

En el cuerpo calloso, una estructura que comunica a los dos hemisferios cerebrales, también se observan cambios de magnitud. Aquí producirá un engrosamiento paulatino, algo que permitirá mejorar, progresivamente, la comunicación interhemisférica.

También en el hipocampo, una estructura relacionada con el traspaso de la memoria de corto a largo plazo, se establecen conexiones cada vez más fuertes con áreas específicas de los lóbulos prefrontales que se encargan de establecer metas y controlar los impulsos. Esto irá permitiendo que la persona esté mejor capacitada para poder integrar las experiencias del pasado y los planes

del futuro a las decisiones del presente, además de desarrollar una capacidad de retardo de la gratificación que le facultará a ser perseverante en la obtención de sus objetivos.

Por ejemplo, los jóvenes suelen buscar y disfrutar las situaciones de riesgo en las que la adrenalina se libera en niveles muy altos. Esto se produce debido a que el cerebro está ávido de experiencias inusuales, novedosas e inesperadas, ya son las que les permitirán seleccionar de todos los estímulos que los rodean, aquellos que les interesen más. Pero en contra de lo que se podría presuponer, el psicólogo del desarrollo especializado en la adolescencia, Laurence Steinberg, de la Universidad Temple, observó que incluso los jóvenes de 14 a 17 años (los más proclives al riesgo) emplean las mismas estrategias cognitivas básicas que los adultos y, por lo general, resuelven sus problemas razonando con la misma habilidad que lo hacen los mayores. Además, al contrario de lo que se suele creer, son plenamente conscientes de que son mortales. Y, del mismo modo que los adultos, declaró Steinberg, «los adolescentes realmente sobrevaloran el riesgo».

Así pues, si piensan igual de bien que los adultos y reconocen el riesgo como ellos, ¿por qué arriesgan más? En este aspecto, como en otros, el problema no está en lo que carecen en comparación con los adultos, sino en lo que tienen de sobra. No es que no reconozcan el peligro, sino que aprecian mucho más la recompensa. En situaciones en las que el riesgo puede reportarles algo que desean, valoran el premio mucho más que los adultos: de ahí que estén dispuestos a correr el riesgo.

Un videojuego que Steinberg utiliza en sus estudios lo ilustra a la perfección. En el juego, hay que atravesar una ciudad en el menor tiempo posible. Por el camino hay varios semáforos que, a veces, pasan del verde al amarillo cuando se acerca un coche y obligan al jugador a tomar una decisión rápida: parar o seguir. El jugador ahorra tiempo (y hace más puntos) si pasa antes de que la luz se ponga roja. Pero si intenta pasar y no lo consigue, pierde más tiempo que si se hubiera parado desde el principio. El juego premia a los que asumen un cierto riesgo, pero castiga a los que se arriesgan demasiado.

Cuando los adolescentes hacen solos el recorrido, en lo que Steinberg llama la situación emocionalmente «fría» de una sala vacía, corren más o menos los mismos riesgos que los adultos. Sin embargo, si hay algo más en juego, la situación cambia. En este caso, Steinberg añade la presencia de amigos. Cuando el investigador lleva a la sala amigos del sujeto para que lo vean jugar, éste corre el doble de riesgos e intenta pasar semáforos frente a los cuales antes había parado. Los adultos, por su parte, no varían su forma de conducir aunque delante tengan amigos.

Según Steinberg, esto podría demostrar que la propensión a correr riesgos no deriva de un pensamiento torpe, sino de un mayor interés en la recompensa: «No corren más riesgos porque de pronto dejan de reconocer el peligro, sino porque dan más importancia a una recompensa», tal como impresionar a los amigos, no quedando dudas de que los más jóvenes reaccionan con intensidad frente a las recompensas sociales.

Como indica el videojuego, los más jóvenes reaccionan con intensidad frente a las recompensas sociales. Tanto la fisiología como la teoría evolutiva ofrecen explicaciones para esa tendencia. Fisiológicamente, la adolescencia se caracteriza por una sensibilidad máxima del cerebro a la dopamina, un neurotransmisor que al parecer activa los circuitos de gratificación e de pautas y en la toma de decisiones. Esto contribuye a explicar la rapidez de aprendizaje de los jóvenes y su

extraordinaria receptividad a la recompensa, así como sus reacciones intensas y a veces melodramáticas ante la victoria y la derrota.

Steinberg, Casey y otros investigadores creen que optar por el riesgo tras valorar costes y beneficios está propiciado por la selección natural. Porque, a lo largo de la evolución humana, la propensión a asumir riesgos durante esa fase de la vida ha demostrado tener un valor adaptativo. Para tener éxito, a menudo hay que marcharse de casa y afrontar situaciones menos seguras. Esa sensibilidad a la recompensa funciona, por lo tanto, como un deseo de nuevas sensaciones, que saca a los adolescentes del hogar y los impulsa a nuevos lugares.

El cerebro adolescente también es sensible a la oxitócina, otra hormona neurotransmisora, que entre otras cosas hace más gratificantes las relaciones sociales. Las redes y dinámicas neuronales asociadas con las recompensas en general y con las interacciones sociales están muy relacionadas entre sí. Si una de esas redes entra en juego, a menudo también se pone en marcha la otra.

Esto podría explicar otro rasgo característico de este período: los adolescentes prefieren la compañía de sus coetáneos más que en ninguna otra época de su vida. Por un lado, esa

pasión por los compañeros de la misma edad es la expresión en el ámbito social de la atracción que los jóvenes sienten por todo lo novedoso: los chicos de la misma edad les ofrecen más novedades que el ya conocido ambiente familiar.

Pero la atracción por los pares tiene otra razón más poderosa: invertir en el futuro más que en el pasado. Vivimos la mayor parte de nuestra existencia y prosperamos (o no) en un mundo dirigido y reconstruido por gente de nuestra edad. Conocer, comprender y trabar relaciones con ellos es muy importante para nuestro éxito. Por ejemplo, las ratas o los monos socialmente más hábiles suelen conseguir las mejores madrigueras y mejores territorios, mayor cantidad de comida y de agua, más aliados y más posibilidades de reproducirse. Y ninguna especie es tan compleja ni tan social como la nuestra.

Esta última característica es la que lleva a que las relaciones más importantes sean las que se establecen con gente de la misma edad. Varias investigaciones presentan cómo nos afecta la exclusión o no formar parte de un grupo. Una de ellas es la realizada por Matthew Lieberman, de la Universidad de California, en Los Ángeles (UCLA). Quienes padecen estas situaciones experimentan la situación como un fuerte golpe, no solo al ego, sino al cerebro, produciendo una activación neuronal que genera un intenso dolor, para despertar aquel antiguo instinto de seguir buscando pertenecer al grupo.

Una de las áreas implicadas es la corteza cingular anterior, zona en donde se percibe no solo el dolor físico, sino también el emocional. Imaginemos cuánto más debe activarse este sistema de alarma en los jóvenes.

Los antropólogos han observado que en casi todas las culturas humanas se reconoce a la adolescencia como un período durante el cual los jóvenes eligen situaciones emocionales movilizantes, novedosas y en compañía de sus coetáneos. Este reconocimiento casi universal desmiente la idea de que se trata de un

concepto cultural. Por el contrario, si se analiza más profundamente, es como un rasgo de mayor flexibilidad y adaptabilidad, algo importante para la especie.

Todos estos cambios ayudan a dejar un hogar seguro y pasar a una vida nueva llena de incertidumbre. Por ello, muchos consideran que la tendencia a la novedad contribuye a la capacidad de adaptación que se considera mayor en la adolescencia.

Si somos sinceros con nosotros mismos, los adultos y quienes somos padres, también muchas veces actuamos torpemente, e incluso nos sucede esto cuando deseamos ayudar a nuestros hijos adolescentes.

Sin embargo, si aprendemos qué sucede en el cerebro y los cambios por los que éste pasa, podemos ser una excelente compañía y guía para nuestros hijos. Espacios de sano vínculo y sincera comunicación son fundamentales para que los circuitos de alarma no se enciendan sino que, por el contrario, padres e hijos puedan aprender uno de otros de esta etapa tan crucial en la vida de todo ser humano.

Los adolescentes pueden reconocer y valorar que los padres han pasado por la misma situación, angustias y emociones que ellos y, por ello, pueden compartir ciertos conocimientos que tal vez les convenga saber.

Los padres debemos descubrir la función trascendente de serlo, y recordar que la característica distintiva del cerebro del adolescente es la que nos permite entender, por un lado, las tendencias que nos preocupan y, por el otro, su maravillosa adaptabilidad que se debe a la plasticidad de las áreas prefrontales, que maduran lentamente. Como señalábamos más arriba, esas áreas son las últimas en adquirir el aislamiento de mielina que acelera la transmisión de información.

Ante ciertas situaciones, la rapidez de respuesta es importante pero cuando la transmisión es más rápida se inhibe el crecimiento de nuevas ramificaciones. Para Douglas Fields, neurocientífico del Instituto Nacional de Salud (entidad que estudia hace años el mecanismo molecular que regulan la estructura y función del sistema nervioso en relación con el aprendizaje, la memoria, y las interacciones entre las neuronas y la glía) esta característica hace que el lapso de tiempo durante el cual un área del cerebro adquiere mielina sea crucial para el aprendizaje, ya que el cableado se está actualizando, pero una vez terminada la reforma, es mucho más difícil generar cambios.

Es alrededor de los 25 años que este lento desarrollo —al parecer una adaptación exclusiva de nuestra especie— cumple su ciclo. Tal vez parezca un contrasentido que los humanos no nos hagamos más sensatos un poco más pronto en la vida, pero si así fuera, nuestras posibilidades de ser más listos serían mucho menores.

Como padres, si tenemos presente la existencia de las neuronas espejo o especulares —aquellas que como seres sociales nos permiten aprender por imitación—, claramente parte de nuestra tarea sería la de mostrar conductas equilibradas, valores y respeto, algo que podemos lograr si comprendemos a nuestros hijos y los cambios por los cuales pasan todas las UCCM (unidad cuerpo cerebro mente).

El largo pero extraordinario tiempo de la adolescencia es una etapa maravillosa para dejar huella en los cerebros de los jóvenes que durará en su memoria y será una guía para el resto de sus vidas. Etapa difícil, tal vez, pero única si la sabemos valorar nosotros y nuestros hijos.

Bibliografía: ☐ Wake H, Lee PR, Fields RD. Control of local protein synthesis and initial events in myelination by action potentials. *Science*. 2011 Sep 16;333(6049):1647-51. doi: 10.1126/science.1206998. Epub 2011 Aug 4. ☐ Defelipe J, Fields RD, Hof PR, Hoistad M, Kostovic I, Meyer G, Rockland KS. Cortical white matter: beyond the pale remarks, main conclusions and discussion. *Front Neuroanat*. 2010 Mar 24;4:4. doi: 10.3389/neuro.05.004.2010. eCollection 2010. ☐ Douglas Fields R. Change in the Brain's White Matter. *Science* 5 November 2010: Vol. 330 no. 6005 pp. 768-769 DOI: 10.1126/science.1199139 ☐ Revista *Mente y Cerebro*, nº 32, pp. 22-29. www.investigacionyciencia.es ☐ Fogassi L, Ferrari P. Mirror systems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2011; 2:2238. ☐ Mayer C, Acosta-Martinez M, Dubois SL, Wolfe A, Radovich S, Boehm U, Levine JE. Timing and completion of puberty in female mice depend on estrogen receptor alpha-signaling in kisspeptin neurons. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010 Dec 28;107(52):22693-8. doi: 10.1073/pnas.1012406108. Epub 2010 Dec 13.

☐ Mayer C, Boehm U. Female reproductive maturation in the absence of kisspeptin/gpr54 signaling. *Nat*