

El maltrato infantil: Una perspectiva neurobiológica y neuropsicológica

Elvira Mercado Val, Juan José Macías Morón y Icíar García Varona

Introducción

El maltrato infantil (MI) es toda acción u omisión llevada a cabo contra un menor con la intención de hacer un daño inmediato y permanente. Es un grave problema de salud pública a nivel mundial. El maltrato puede ser: físico, emocional, psicológico, sexual, explotación comercial o por negligencia o abandono. Estas formas de maltrato producen lesiones físicas y emocionales indelebles, muerte o cualquier daño severo (Loredo-Abdala., Casas Muñoz., Cerezo-Cantú., Carbadillo-Moreno & Ordoñez-Franco, 2020., Carvajal- Valenzuela, 2021).

A su vez, si consideramos las experiencias adversas de la infancia, (EAI) éstas hacen referencia a aquellos eventos crónicos que ocurren en la familia o en el ambiente social del menor que incluye el maltrato infantil, el haber sido testigo de violencia familiar o el convivir con algún familiar que abuse de sustancias, padezca algún tipo de enfermedad mental, así como sufrir violencia escolar, comunitaria o segregación de cualquier índole. Las víctimas del maltrato infantil y de las EAI son aquel grupo de la población conformado por niños, niñas y, en definitiva, menores de 18 años, que sufren ocasional o habitualmente actos de violencia física, sexual o emocional ya sea en el grupo familiar o en las instituciones sociales.

Aunque las estrategias para atenderlo y prevenirlo han aumentado, éstas siguen siendo insuficientes. Por otro lado, y siguiendo esta estrategia de intervención, cada vez hay un mayor interés en conocer el sustrato neurobiológico y las posibles consecuencias neurobiológicas que puedan emerger por haber sufrido maltrato infantil, y sobre todo en aquellas etapas del neurodesarrollo, donde el SNC comienza con el desarrollo de las funciones cognitivas que formarán al adulto posteriormente.

Tradicionalmente la investigación neurocientífica sobre el maltrato se ha centrado en estudiar las consecuencias que se derivan del cambio y/o la alteración en la morfología celular, las estructuras

neuroanatómicas implicadas, el sistema neuroendocrino, la función cerebral y del aspecto genético, centrado especialmente en los genes relacionados con la respuesta al estrés.

Existe una amplia bibliografía donde se muestran cambios microestructurales en el SN asociado al maltrato infantil (MI) y en otras experiencias adversas de la infancia (EAI).

Por su parte, Carbajal-Valenzuela (2021) señala que estos cambios están directamente relacionados con la funcionalidad de las estructuras cerebrales, siendo éstos, hallazgos fundamentales para entender la relación entre las EAI y la emergencia de aspectos psicopatológicos en etapas posteriores del desarrollo de estos niños y adolescentes. Las consecuencias neurobiológicas de quién sufre maltrato infantil u otras EAI suelen ser variadas y tener diferentes impactos, sin embargo, son pocos los trabajos que integran estos hallazgos (Carbajal- Valenzuela, 2021).

El maltrato sufrido a una edad temprana puede tener efectos negativos duraderos en el desarrollo posterior de funciones del cerebro infantil. Entre los principales hallazgos encontrados, y desde una perspectiva neurobiológica y neuropsicológica, nos encontramos con la respuesta relacionada con el estrés; la morfología y la función de las células del sistema nervioso; el volumen de la amígdala, el hipocampo, la corteza frontal y otras regiones cerebrales; en la hiper o hipofuncionalidad de distintas redes cerebrales y neuroendocrinas, principalmente en aquellos circuitos cerebrales asociados al procesamiento de estímulos emocionales, en las conductas sociales y en otros procesos cognitivos que se describirán a continuación.

El maltrato recibido durante las etapas tempranas del desarrollo puede provocar alteraciones o carencias en el desarrollo del Sistema Nervioso Central (SNC) del menor, dificultando el desarrollo de la siguiente fase del neurodesarrollo, ocasionando un proceso de alteraciones acumulativas neuroestructurales que pueden condicionar la correcta adquisición de las competencias evolutivas y funcionales de la persona que ha sufrido maltrato.

Este tipo de alteraciones podrían explicar el funcionamiento neuropsicológico futuro en personas víctimas de abusos durante la infancia (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

Contextualización de los diferentes procesos del neurodesarrollo:

La idea más generalizada que existe sobre el desarrollo del SNC durante los primeros años de vida es que se incrementa numéricamente la complejidad de los circuitos neuronales. Sin embargo, como ya señalaba Sebastián (2012) hace más de una década, un mayor número de neuronas y conexiones no equivale a un mejor funcionamiento cerebral. El neurodesarrollo discurre desde la concepción hasta el final de periodo fetal y continuará en el periodo postnatal alcanzando la completa madurez cerebral en la edad adulta.

Este proceso está determinado genéticamente y avanzará en interacción con los factores ambientales, los cuales pueden favorecer un correcto desarrollo de las posteriores fases del neurodesarrollo o su interferencia (Amores et al, 2017).

El desarrollo y maduración del cerebro se va a caracterizar *por ser un proceso de larga duración que ocurre de manera heterocrónica* (Ortiz, 2018). A medida que se van desarrollando las estructuras cerebrales, las funciones cerebrales comienzan a expresarse en conductas observables (Kolb & Whishaw, 2003., Coll, 2011).

En los primeros meses de vida, la corteza cerebral experimenta una importante proliferación de sinapsis (comunicación neuronal) que dará como resultado la formación de sinaptogénesis seguida por un periodo de poda sináptica (eliminación de sinapsis, a menudo por falta de uso).

A su vez, otro de los elementos implicados en el desarrollo cerebral es el relacionado con *el proceso de mielinización de las neuronas*, proceso por el cual los axones de las neuronas se recubran de una especie de “aislante” de sustancia blanca que permitirá tener una transmisión adecuada de la señal. Y es especialmente en este cerebro en desarrollo, la cantidad de mielina en un área cerebral lo que determinará cómo será el uso que se hará en dicha área o circuito, estimulando el desarrollo de una determinada área cortical con una determinada implicación en un proceso cognitivo posterior.

Al igual que ocurre con los procesos de *sinaptogénesis* y en los procesos de *poda sináptica*, la mielinización también va a tener diferentes ritmos de formación en según qué áreas del cerebro

comience dicho proceso del neurodesarrollo. Hablaríamos, por lo tanto, no sólo de cuántas conexiones sinápticas existan, sino también de cómo se va formando la sustancia blanca (axones y mielina), las dendritas, así como los circuitos neuroquímicos que moldearán el funcionamiento cerebral (Sebastián Gallés, 2012). Tanto el proceso de *poda sináptica* como el de la *sinaptogénesis* está determinado por mecanismos neuroquímicos y genéticos. La presencia de determinadas moléculas (áreas cerebrales concretas) van a potenciar o frenar la aparición o desaparición de determinada sinapsis, condicionada a que haya actividad en las neuronas.

Desarrollo prenatal y postnatal del cerebro.

Toda la complejidad del SNC deriva del preciso proceso espaciotemporal de los principales procesos de desarrollo cerebral. Así como para la *regionalización cerebral*, la *migración neural* y la *formación de sinapsis* por parte de las células neurales durante los periodos embrionario y perinatal.

Las células del SNC se forman a partir de una de las tres láminas en que se divide el embrión, el ectodermo, durante un proceso denominado gastrulación. Las células madre de la parte medial del ectodermo proliferan a un ritmo muy elevado, modificando la morfología y el tamaño de esta lámina dando lugar a la placa neural, formando el tubo neural. *Las células madre del tubo neural serán las futuras neuronas y células gliales.* Las células que se convertirán en neuronas perderán por lo tanto su capacidad de dividirse y serán unas células especializadas. Con el objetivo de ir formando las diferentes regiones del sistema nervioso, las neuronas todavía inmaduras migrarán desde el lugar de nacimiento hasta su localización definitiva y una vez allí, se unirán con otras neuronas para formar unidades funcionales (núcleos y capas corticales).

Como ya se expuso anteriormente, la sinaptogénesis se producirá en diversos momentos del neurodesarrollo. Durante los últimos meses de vida intrauterina y los primeros años de infancia se formarán un número extraordinario elevado de sinapsis, pero muchas de estas neuronas desaparecerán, mientras que otras, irán formando nuevas sinapsis y se refinará el funcionamiento de las ya existentes. Este proceso se denomina *reorganización sináptica*, siendo clave para la

maduración del cerebro y para la consiguiente evolución de las capacidades mentales. Estas redes neuronales formadas dependerán en gran medida del patrón de actividad eléctrica de las neuronas y ello a su vez, estará relacionado con el uso que se haga de estas sinapsis.

En diversos momentos del neurodesarrollo y de manera muy marcada en la etapa perinatal tiene lugar también un proceso aparentemente paradójico, qué es *la muerte celular o la apoptosis*. Este proceso programado genéticamente conlleva a la muerte de muchas neuronas que se habían formado en etapas previas. Su cometido es eliminar células superfluas, dañadas o mutadas que no están funcionando correctamente.

Es posible que este proceso se active más probablemente, en aquellas neuronas que no han sido capaces de establecer sinapsis funcionales, no se han nutrido de factores neurotróficos (proteínas que aseguran la supervivencia de estas neuronas) y no han sido capaces de crear conexiones sinápticas o tal vez, por la propia plasticidad sináptica (Coll, 2011).

Así pues, durante el desarrollo del SNC se generan un importante número de neuronas, alguna de ellas selectivamente eliminadas. También se formará un número muy elevado de sinapsis que posteriormente serán sometidas a un proceso de reorganización. Estos fenómenos de *reorganización sináptica y apoptosis* terminarán configurando el tejido nervioso con un menor número de neuronas y menos sinapsis que las formadas inicialmente, pero con un funcionamiento mucho más eficiente (Coll, 2011).

En líneas generales, el desarrollo y maduración del cerebro se va a caracterizar por ser de larga duración y por ocurrir en diferentes momentos. Así, diversos aspectos del desarrollo cerebral van a tener lugar no sólo a lo largo de toda la infancia, sino también durante e incluso durante la adolescencia. En general, madurarán primero las regiones relacionadas con funciones sensoriales, motoras y fisiológicas más básicas, mientras que las áreas relacionadas con funciones cognitivas más complejas muestran un proceso madurativo más lento.

Asimismo, los cambios madurativos del tejido cerebral durante la infancia y la adolescencia muestran una reducción del volumen de sustancia gris y un aumento del volumen de la sustancia

blanca. La sustancia gris consiste en las partes del tejido nervioso que están compuestos por cuerpos neuronales y dendritas, además de la mayoría de la sinapsis, mientras que la sustancia blanca está formada básicamente por fibras nerviosas mielinizadas (axones).

De los últimos meses de la gestación hasta aproximadamente los dos años de vida, hay un incremento muy notable de sinapsis cerebrales, que se irá reduciendo, reflejando una reducción del volumen ocupado por la sustancia gris. Esta reducción es producto de los procesos de reorganización sináptica que mejorarán la eficiencia del funcionamiento cerebral.

A su vez, el aumento del volumen de la sustancia blanca es atribuible al aumento de la mielinización de los axones. En algunas regiones cerebrales, especialmente en las áreas relacionadas con las denominadas funciones ejecutivas como es la capacidad de planificación, inhibición de pensamientos poco relevantes, gestión de las emociones y monitoreo, culminará su proceso madurativo hasta bien entrada la tercera década de vida (Coll, 2011).

Neurodesarrollo anatómico.

El desarrollo y maduración de la corteza cerebral y a su vez del SNC (Figura 1) se valorará por medio de diferentes criterios: mielinización, desarrollo axónico (proliferación de botones axonales) arborización dendrítica, medida de neurodensidad (marca el desarrollo de las dendritas y de los cuerpos celulares) y la medida del espesor de las capas cortical (nos va a mostrar el grado de complejidad de la corteza). Según Fernández Guinea (2003) este proceso se produce de una manera secuencial y jerárquica, siguiendo unos pasos coordinados en el desarrollo de las siguientes estructuras neuroanatómicas que se exponen a continuación:

1. Tronco del encéfalo y formación reticular: Estas estructuras cerebrales subcorticales controlan el ritmo vigilia-sueño, los movimientos respiratorios, los reflejos de tos, succión, deglución, presión arterial, movimientos cardiacos y las funciones autónomas primarias de la vida. Son las primeras estructuras en desarrollarse siendo éstas vitales para la supervivencia.

2. Tálamo: El tálamo juega un papel crucial debido a sus múltiples funciones en el procesamiento y la transmisión de información. Esta estructura recibe información sensorial de casi todos los

sentidos (excepto el olfato) y la envía a las áreas correspondientes de la corteza cerebral. El núcleo pulvinar crece rápidamente entre la semana 16 y 37 de gestación. Las aferencias talámicas ya se pueden observar a los 82-91 días hacia la corteza prefrontal y occipital y posteriormente, entre los días 145-150 existe un patrón relativamente maduro de proyecciones talamocorticales cuya ramificación es más extensa que en el adulto.

3. **Ganglios basales:** Estas estructuras desempeñan un papel importante en el control de la postura y el movimiento voluntario. El putamen se desarrolla a un ritmo más rápido que el núcleo caudado en los cuatro primeros meses y medio de gestación. Las primeras sinapsis se observan ya en el putamen a los 60 días y a los 65 días en la cabeza del núcleo caudado. Las primeras aferencias procedentes del tronco cerebral y de la sustancia negra surgirán alrededor de los 40 días y las procedentes de la corteza prefrontal aparecerán en torno a los 70 días.

4. **Hipocampo:** El hipocampo es esencial para la formación de nuevas memorias a largo plazo, especialmente de la memoria episódica (relacionadas con eventos y experiencias personales). Es fundamental para la creación de mapas cognitivos del entorno.

El desarrollo de esta estructura cerebral se inicia alrededor de los 38 días y es prácticamente simultáneo en todas las áreas. En la segunda mitad de la gestación hipocampal ya se muestran elementos postsinápticos bien diferenciados y ya se generan las vías aferentes establecidas.

5. **Cerebelo:** El cerebelo desempeña varias funciones cruciales para la coordinación y el control motor. Aunque se le conoce principalmente por su rol en el control motor, el cerebelo también está involucrado en funciones cognitivas como son la atención y la regulación emocional. Al inicio del quinto mes de gestación se observa una corteza de seis capas en el área del vermis y en las áreas mediales de los hemisferios cerebelosos, con un desarrollo más lento de las caras laterales de los mismos (alrededor de un mes y medio a los dos meses). A los seis meses todas las áreas cerebelosas tienen seis capas, aunque las capas granulares embrionarias no desaparecerán totalmente hasta los siete meses u ocho después del nacimiento. Hasta el segundo año de vida, el cerebelo crece rápidamente para alcanzar el tamaño adulto entre los seis y nueve años de edad.

6. **Áreas primarias motoras y sensitivas:** Las áreas primarias y secundarias del cerebro están especializadas en distintas funciones relacionadas con el procesamiento de información sensorial y motora. Se inicia la maduración de las capas de la corteza motora en el nacimiento y su desarrollo permitirá producir movimientos reflejos y espontáneos de las extremidades, aunque todavía será necesario más tiempo hasta que el bebé pueda realizar movimientos coordinados.

7. **Áreas secundarias motoras y sensoriales:** la maduración de estas áreas posiblemente coincida con la maduración de las áreas primarias y terciarias, aunque el desarrollo de esta área es más lento terminará en torno al quinto año de vida. Con la maduración de las áreas secundarias se iniciará el proceso de lateralización de funciones y el paso del nivel senso-motor al perceptivo motor. Estas regiones resultan fundamentales para el aprendizaje durante los primeros años de vida.

8. **Áreas terciarias y posteriores de la corteza cerebral:** Son áreas que se corresponden con una zona de integración de estímulos de diferentes modalidades sensoriales y de producción de esquemas funcionales simbólicos. La maduración de estas áreas resulta clave para la adquisición de conocimientos escolares, destacando la circunvolución angular de los lóbulos parietales, indispensable para la adquisición de la lectura.

9. **Corteza prefrontal:** Estructura central donde se encuentran los circuitos cerebrales que activan las funciones ejecutivas del cerebro, lo que la convierte en una de las áreas más importantes para la conducta y el pensamiento complejos. Es la parte de la corteza que se va a desarrollar en último lugar. No será plenamente funcional hasta los cuatro a siete años de edad y continuará su desarrollo en la edad adulta.

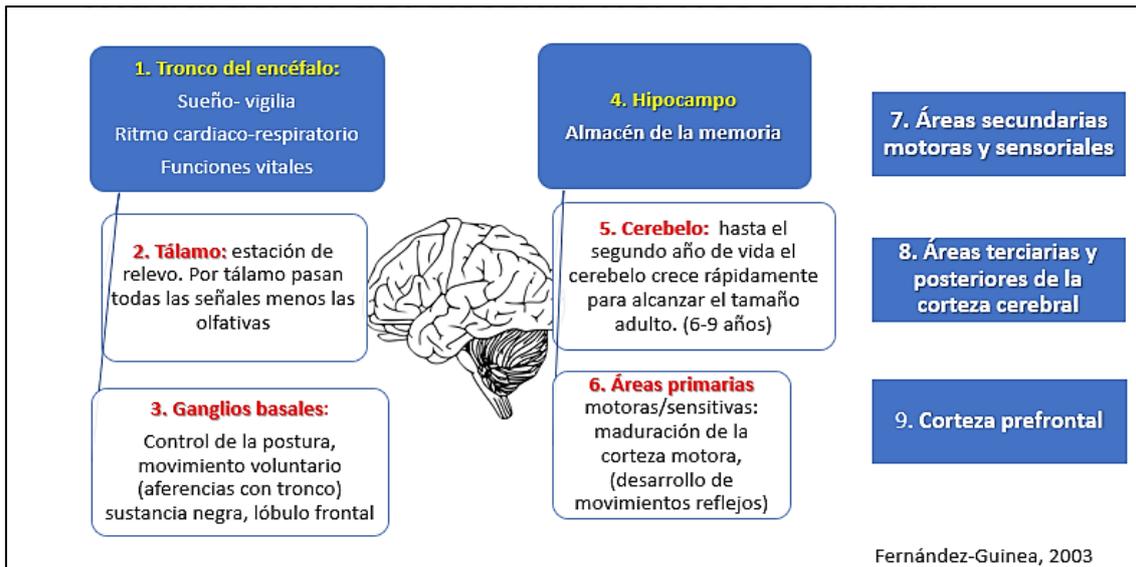


Figura 1. Maduración del sistema nervioso central. Elaboración propia.

Neurodesarrollo cognitivo:

El neurodesarrollo cognitivo es un proceso dinámico y continuo que sienta las bases para el aprendizaje y la adaptación a lo largo de la vida. Los seres humanos nacemos con un cerebro inmaduro desprovisto de un sistema cognitivo funcional y es de hecho que esta inmadurez permitirá que la experiencia vaya moldeando este cerebro de manera fundamental.

A medida que se desarrollan las estructuras cerebrales, (Tabla 2 y 3) las funciones cognitivas comienzan a expresarse en conductas observables. Así, las estructuras que se desarrollan con mayor rapidez manifestarán sus funciones, antes que aquellas que se desarrollen con mayor lentitud, teniendo en cuenta que el desarrollo cerebral continuará hasta una fase avanzada de la adolescencia terminando el proceso en la adultez. La neuropsicología se centra en estudiar los principales procesos cognitivos que se irán estableciendo a medida que se desarrolla el sistema nervioso. El cerebro del niño se encuentra en un continuo desarrollo, sujeto a modificaciones y conexiones propias de la continua estimulación que el entorno le provee. El conocimiento sobre cómo se desarrolla el sistema nervioso nos ayudará a poder comprender las dificultades que pueden aparecer en los niños con trastornos del neurodesarrollo por un desarrollo anormal del cerebro o a causa de daños en el mismo a edades tempranas.

	Desarrollo cerebral	Desarrollo cognitivo					
		Percepción	Atención	Memoria	Funciones ejecutivas	Lenguaje	Afectivo-social
Primera infancia 0-2 años	Incremento mielinización Aumento volumen cerebral Aumento metabolismo glucosa	Percepción de las emociones faciales Discriminación visual	Menor tiempo despierto Aumento del contacto ocular Seguimiento de la mirada, de otras personas y elección de estímulos	Incremento de la memoria episódica (desarrollo del hipocampo) Imitación de conductas	Permanencia del objeto -Desarrollo de la corteza prefrontal	-Balbuceo -Aumento del vocabulario	-Aparece la sonrisa social -Ansiedad por separación. -Guía su conducta en función de los demás
Periodo escolar 2-6 años	Máximo desarrollo del cuerpo caloso Corteza prefrontal (máxima tasa metabólica)	Percepción de detalles Discriminación de formas simples	Mejor control atencional Permanencia en la tarea alrededor de 15 minutos	-Memoria autobiográfica -Desarrollo del sistema de sí mismo. Empleo de estrategias de codificación y recuperación	Planificación e inhibición simple	Desarrollo de la habilidad pragmática. Incremento del vocabulario a los 7 años Inicio de la lectura	Autorregulación emocional Aparición de la teoría de la mente

Tabla 2. Desarrollo cognitivo. Pérez-Jara y Ruiz, 2022

	Desarrollo cerebral	Desarrollo cognitivo					
		Percepción	Atención	Memoria	Funciones ejecutivas	Lenguaje	Afectivo-social
Primera infancia 6-12 años	Fin de la poda sináptica (occipital) Máximo volumen de sustancia blanca. Disminución del consumo de glucosa.	Dominio del procesamiento predictivo del detalle/global.	Incremento de la atención sostenida La atención selectiva alcanza el nivel de adulto.	Estrategias espontáneas de memoria La memoria de trabajo mejora.	Mejora la resolución de problemas Estabilidad y dominio de la inhibición. Inicio de la metacognición	Lateralización de funciones lingüísticas Mejora de la sintaxis	Indicios de autoconcepto.
Adolescencia 12-20 años	Fin de la poda sináptica (prefrontal) Tasa consumo glucosa similar a la del adulto.	Orientación espacial Integración de la información sensorial Perfeccionamiento de los procesos perceptivos.	Se alcanza el nivel de ejecución similar a la del adulto.	La estrategia de almacenamiento y recuerdo se perfecciona.	Mejor velocidad de procesamiento, control inhibitorio y uso de estrategias Desarrollo completo de la fluidez verbal y no verbal.	Se perfecciona la gramática, la semántica y la pragmática.	Cambios bruscos en el estado de ánimo. Grupo de iguales es lo más importante Cambios en la sensibilidad de la recompensa.

Tabla 3. Desarrollo cognitivo. Pérez-Jara y Ruiz, 2022

Alteraciones neurobiológicas en el maltrato infantil y otras experiencias adversas de la infancia:

El maltrato sufrido durante el desarrollo cerebral puede provocar fallos o carencias en alguna etapa del desarrollo del SNC. Así mismo, Amor-Villalba & Mateos-Mateos (2017) refieren que el haber sufrido maltrato, provoca inhibición de la neurogénesis, pérdida acelerada de neuronas, alteración en el proceso de mielinización, menor sustancia blanca, peor conectividad e hipofuncionalidad neuronal.

Cerchiaro et al (2012) encontraron ciertas discrepancias sobre los estudios relacionados con la neurobiología del maltrato, teniendo en cuenta que no todos los cerebros o el propio SNC de las víctimas de maltrato o por haber sufrido EAI, no responden de la misma manera y, por lo tanto, los resultados que hallaron no eran homogéneos. Sin embargo, los estudios de revisión basados en los estudios de neuroimagen encuentran de manera generalizada, alteraciones en regiones del hipocampo, amígdala, cerebelo, cuerpo caloso, corteza prefrontal y al eje hipotálamo-hipofisiario (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

La vulnerabilidad del SN a los efectos ambientales adversos (Tabla 4) provoca alteraciones en la plasticidad cerebral y en la capacidad de reorganización y generación sináptica, efecto de la experiencia. Los cambios en los circuitos neuronales anteriores (procesos ejecutivos) se relacionan con problemas para la adquisición de habilidades perceptuales, el aprendizaje contextual, control emocional y establecimiento de vínculos sociales (Capilla, González-Marques, Carboni-Roman, Maestú & Paúl- Lapedriza, 2007).

Respuesta al estrés. Sistema neuroendocrino:

El estrés, tal como señalan Lorenzo Ruiz & Guerrero Ángeles, (2017) son un conjunto de procesos y respuestas neuroendocrinas, inmunológicas, emocionales y conductuales que se activan ante situaciones que significan una demanda de adaptación mayor que lo que es habitual para el organismo, y/o son percibidas por el individuo como (Lorenzo Ruiz & Guerrero Ángeles, 2017) amenaza o peligro, ya sea para su integridad biológica o psicológica.

La amenaza puede ser objetiva o subjetiva; aguda o crónica. El sistema neuroendocrino puede verse alterado por situaciones de maltrato, afectando principalmente a la producción de cortisol y corticotropina, liberando posteriormente glucocorticoides por parte del hipotálamo ante situaciones de estrés. Este eje hipotálamo-hipofisario adrenal (HHA) mostraría una hiporreactividad en aquellas personas que han sufrido experiencias, específicamente maltrato infantil (Marques-Feixa & Fañanás Saura, 2020). Se han identificado qué regiones con alta distribución de receptores para glucocorticoides son más sensibles a los efectos de las EAI. Dentro de estas zonas, se han descrito cambios en las regiones subcorticales, como el hipocampo, la amígdala, la corteza cingulada, la ínsula, el cuerpo estriado y el hipotálamo, y circuitos corticales occipito-temporales, occipito-temporo-parietales, fronto-parietales y fronto-límbicos.

Y si nos centramos en la esfera de la salud mental, esto tiene su importancia, ya que puede aparecer una mayor sensibilidad y percepción del estrés, aumenta la probabilidad de desarrollar patologías asociadas con el estado de ánimo, como es la ansiedad y la depresión (Carbajal-Valenzuela, 2021). Los fracasos en el procesamiento de la información social, el desarrollo de la confianza en los demás y la propia sensación de control en interacción con los otros se fundamentan en este circuito. Muestran un desarrollo postnatal prolongado, tienen una alta densidad de receptores a glucocorticoides y mineralocorticoides, los cuales modulan epigenéticamente la formación de dendritas y axones, sinaptogénesis, poda neural y mielinización, lo que ocasiona cambios duraderos en la estructura, fisiología y conectividad encefálica (Papagni et al., 2011).

Estructura y volumen cerebral:

Diversas áreas cerebrales como son la corteza cerebral, el hipocampo, la amígdala y el cerebelo juegan un papel importante en el desarrollo cerebral de las funciones cognitivas más complejas y evolucionadas. Estas estructuras a su vez se interconectan para formar circuitos neuronales que mediarán distintas funciones como la adaptación al estrés y la respuesta de miedo condicionado. El estrés temprano puede ocasionar cambios estructurales en el hipocampo. El estrés sostenido provoca cambios morfológicos y volumétricos en el cerebro.

Estos datos, sustentan la idea de que este factor pudiera explicar también, la presencia de una reducción del volumen del hipocampo en menores y mujeres víctimas de maltrato, aunque los datos, no son concluyentes (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

Si tenemos en cuenta el desarrollo de los procesos emocionales y de aprendizaje, la amígdala y el hipocampo tienen ciertas características estructurales que las hacen especialmente susceptibles a sufrir modificaciones si se sufre maltrato o se padecen EAI. Un aspecto importante de la funcionalidad de la amígdala, tal como señalan Amores-Villalba et al (2017) es que, junto con el tálamo, la corteza prefrontal y el giro temporal superior, constituyen el sistema neuronal que asentará el desarrollo de las capacidades de comportamiento social. Esta sobreexcitación del sistema límbico provoca una hiperreactividad amigdalina y alteraciones en sus proyecciones corticales.

En cuanto al cerebelo, su funcionamiento se ha relacionado con la coordinación motora, pero también está implicado con el funcionamiento de procesos cognitivos superiores. Estas conexiones se establecen por medio del circuito cerebelo-tálamo-corteza a través del cual, el cerebelo proyecta información hacia áreas de asociación parietal, temporal y prefrontal de la corteza motora primaria hacia el cíngulo para terminar en la región hipocampal (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017). Esto nos lleva a suponer que sí existe una alteración en el cerebelo (vermis y lóbulo posterior) o en alguno de los circuitos implicados, se presentarán alteraciones cognitivo-conductuales consistentes en alteraciones generales de las capacidades ejecutivas y del desarrollo afectivo. Estas lesiones, como afirman estas autoras parecen ser sensibles a la edad y duración del maltrato (menor desarrollo a menor edad y mayor duración).

Por otro lado, la corteza prefrontal se va a ver alterada en el proceso de maduración. Se ha observado una maduración precoz de esta estructura, dando como resultado, una serie de limitaciones cognitivo-conductuales en los menores víctimas de maltrato. Todas estas alteraciones evidencian un retraso madurativo si se comparan con su grupo normativo. De esta manera, el estrés temprano provoca una maduración precoz del lóbulo prefrontal antes de que pueda desarrollar aquellas capacidades que permitan el avance madurativo e intelectual.

Tabla 4. Principales hallazgos neurobiológicos y neuroanatómicos encontrados. Basado en Carbajal-Valenzuela,2021 y Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

	Modificación en la expresión de los genes relacionados con el eje hipotálamo-hipofisiario.
Expresión genética	Genes relacionados con la función inmune. Modificaciones del ADN
	Cambios a nivel celular.
	Mayor densidad de espinas dendríticas apicales y en los segmentos de las dendritas basales de la corteza cingulada
Morfología celular	Segmento basal de las neuronas piramidales de CA1 en hipocampo. Menor densidad dendrítica en las células granulares del giro dentado y en las dendritas apicales del núcleo medial de la amígdala. Alteración en el circuito cerebelo-tálamo-corteza. Alteración en las funciones cognitivas- conductuales (capacidades ejecutivas, organización visoespacial, expresión y desarrollo afectivo)
	Cambios en el volumen y tamaño de la amígdala.
Volumen y estructura cerebral	Disminución del volumen del hipocampo. funcionalmente relacionado con la amígdala y relacionado con la identificación de la memoria emocional, así como en la regulación de la función del eje hipotálamo-pituitario-adrenal.
Neuroendocrino	Cambios relacionados con la respuesta al estrés que pudieran explicar la psicopatología infantil, adolescente y adulta asociada a las EAI
Función cerebral	Incremento bilateral de la activación de la amígdala, el giro temporal superior, el giro parahipocampal y la ínsula. Estructuras asociadas a la evaluación de estímulos emocionales y a la generación de una respuesta emocional adecuada.

Desarrollo de la corteza prefrontal alterado (CPF). Maduración precoz de la CPF antes de desarrollar las capacidades que permitan el avance madurativo e intelectual.

Alteraciones neuropsicológicas:

Las alteraciones en las áreas cerebrales mencionadas previamente se encuentran funcionalmente interconectadas en un sistema global no localizacionista, que explican el perfil neuropsicológico que más frecuentemente se ha encontrado en niños maltratados (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017). Gran parte de las investigaciones realizadas sobre las consecuencias del maltrato infantil en el desarrollo biopsicosocial de los niños y adolescentes se han centrado en el estudio de las habilidades sociales y emocionales y no se ha profundizado en las consecuencias o el impacto que tiene el maltrato en las habilidades cognitivas de estos niños.

Desde la neuropsicología, el acuerdo más generalizado sobre cuáles son aquellas alteraciones neuropsicológicas presentes en los menores víctimas de maltrato (Tabla 5), se han encontrado dificultades atencionales, razonamiento, rendimiento mnésico a corto plazo, funciones ejecutivas, dificultades en el lenguaje asociado a un rendimiento académico inferior a lo esperado a su edad, escolaridad y nivel intelectual (Cerchiario et al, 2021).

En relación al dominio atencional y de memoria, se ha encontrado que estos niños muestran un peor rendimiento tanto en las pruebas de atención como de memoria. Muestran un peor rendimiento en memoria semántica y episódica, menor capacidad para los recuerdos autobiográficos, además de una representación negativa de sí mismos.

Si se valora el lenguaje en estos niños, se observa que la habilidad comunicativa interpersonal e intercontextual está alterada. Las alteraciones guardan relación con el tipo de maltrato. Los componentes de la semántica, la pragmática, la sintaxis y morfología se ven afectados. Se altera la capacidad para comprender la lógica del lenguaje, la capacidad de crear mensajes complejos (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

Con respecto a la capacidad intelectual, los diferentes estudios muestran que la causa de este menor rendimiento intelectual se debe en parte, a las alteraciones cerebrales producidas por los daños físicos provocados.

A su vez, las funciones ejecutivas que son aquellos procesos cognitivos superiores relacionados con la capacidad de adaptación y optimización de otros procesos cognitivos, se observan alteraciones importantes donde se observan dificultades en la flexibilidad cognitiva, impulsividad, planificación de la conducta y escaso razonamiento a la hora de tomar decisiones. Según exponen Villalba & Mateos (2017) pudiera ser la causa y consecuencia del funcionamiento de los otros dominios neuropsicológicos.

Esto nos lleva a suponer que estos niños, además, van a mostrar dificultades en su comportamiento y cognición social y en aquellos aspectos de la inteligencia emocional donde mostrarán dificultades en la capacidad de regularse. En los casos de los niños con historial de maltrato, las capacidades perceptivas emocionales y empáticas se muestran alteradas, mostrando en estos niños menos conductas cooperativas, prosociales y en donde las interacciones sociales, va a predominar una mayor reactividad emocional. Se muestran menos preocupados por los compañeros y tienen menos acercamiento en comparación con niños no maltratados (Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017).

Tabla 5.

Principales alteraciones neuropsicológicas en niños víctimas de maltrato. Basado en Cerchiano, 2021., Amores-Villalba & Mateos-Mateos, 2017

Dominio Neuropsicológico	Rendimiento Neuropsicológico
Funciones ejecutivas	Autorregulación emocional. Baja fluidez verbal (semántica y fonológica). Focalización, monitorización de la tarea en curso. Aprendizaje guiado por datos (atención selectiva y sostenida). Velocidad de procesamiento. Baja creatividad. Baja flexibilidad cognitiva, capacidad de abstracción y en la elaboración de estrategias efectivas.
Capacidad intelectual	Bajo rendimiento intelectual
Lenguaje	Bajo rendimiento en lectura y escritura
Praxias constructivas	Alteración en las habilidades constructivas, espaciales
Memoria	Bajo rendimiento en memoria a corto plazo. Curva de aprendizaje alterada (alteración en el aprendizaje) Alteración en memoria episódica y semántica. Percepción negativa de uno mismo.
Regulación emocional	Presencia de trastornos Internalizantes (ansiedad, vulnerabilidad al estrés, depresión)
Cognición social	Alteración de las capacidades perceptivas emocionales y empáticas. Una mayor reactividad emocional. Menos predisposición a mostrar conductas cooperativas y prosociales

Conclusiones

Los primeros acontecimientos vitales pueden ejercer una enorme influencia tanto en el patrón de arquitectura cerebral como en el desarrollo del comportamiento posterior. El maltrato infantil juega un papel crucial en la maduración neurobiológica y psicológica de las personas. Cuando este maltrato se produce en etapas tempranas del desarrollo cerebral, desregula diferentes sistemas neurobiológicos y de regulación del estrés, condicionando la consolidación de funciones cognitivas complejas y de regulación emocional (Maques-Feixa & Fañanás Saura, 2020).

Las modificaciones en el desarrollo de estos procesos mentales superiores suelen reflejarse en alteraciones a lo largo de la vida en la salud mental, como puede ser la presencia de alteraciones afectivas, depresión, ansiedad, trastorno por estrés postraumático (TEPT), conductas sexuales de riesgo, intentos de suicidio, problemas de conducta, abuso de drogas, trastornos de sueño, esquizofrenia, trastornos de la alimentación y alteraciones sensoriales (León-Rodríguez et al, 2021). El estrés tóxico daña la arquitectura cerebral en un cerebro en desarrollo ocasionando problemas de por vida en el aprendizaje, el comportamiento y el estado físico y salud mental del niño. El entorno del niño afecta directamente en la sinaptogénesis (creación de sinapsis) y permite la optimización neurológica. Los eventos adversos durante la infancia, así como el maltrato infantil pueden tener una poderosa influencia en el patrón de la formación de la arquitectura cerebral del niño como el desarrollo del comportamiento. Provocando sin duda un impacto negativo en su desarrollo biopsicosocial.

Siguiendo a Martin Teicher, la sociedad cosecha lo que siembra en la crianza de los hijos, que serán los adultos del mañana. El estrés esculpe el cerebro de una forma que puede provocar comportamientos antisociales, aunque funcionales. Ya venga en forma de trauma físico, emocional, sexual o a causa de una guerra. El estrés puede provocar una oleada de cambios hormonales que obligan a un cerebro a establecer conexiones permanentes encaminadas a enfrentarse a un mundo hostil y lleno de amenazas.

Es necesario que se haga mucho más para asegurarnos de que la infancia no sufra de más maltratos, porque una vez que se instauren las consecuencias de estos actos malvados en el cerebro, quizás ya no se pueda dar marcha atrás.

Referencias

Amores-Villalba, A., Mateos-Mateos, R. (2017). Revisión de la Neuropsicología del maltrato infantil: La neurobiología y el perfil neuropsicológico de las víctimas de abuso en la infancia. *Psicología Educativa*, (23): 81-88.

Carbajal-Valenzuela, C. C. (2021). Efectos neurobiológicos del maltrato infantil y otras experiencias adversas de la infancia: Una revisión bibliográfica. *Salud y administración*, 8, (23): 15-28.

Capilla, A., González-Márquez, J., Carboni-Román, A., Maestú, F& Paúl-Lapedriza. (2007). Desarrollo cognitivo tras un traumatismo craneoencefálico en la infancia. *EduPsykhé*, 6,171-198.

Cerchiaro-Ceballos, E., Sánchez-Miranda, L., Manjarrés-Ariño, M. P., Solano Fonseca, L. (2021). Habilidades cognitivas en niños víctimas de maltrato físico. *Praxis 17(2)*, in press DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.4297>

Coll, M. (2011). Plasticidad cerebral y experiencia: Fundamentos neurobiológicos de la educación. XII Congreso internacional de teoría de la educación. <http://www.cite2011.com/Ponencias/MColl.pdf>

Enseñat Cantalops, A., Roig Rovira, T., García Molina, A. (2015). Neuropsicología pediátrica. Editorial Síntesis.

Fejerman, N., Grañana, N. (2017). Neuropsicología infantil. Paidós.

Fernández Guinea, S. (2003). *Desarrollo cerebral y cognitivo*. Editorial Agapea

García Madruga, J. A., Herranz Ybarra, P. (2010). El desarrollo biológico y motor. En: Del Val, J. (2010). *Psicología del desarrollo*. UNED.

Greenough, W., & Black, J. (1992). Induction of brain structure by experience: Substrate for cognitive development. En M. R. Gunnar & C. A. Nelson (Eds.), *Minnesota symposia on child psychology 24: Developmental behavioral neuroscience* (pp.155-200). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Kolb, B., Whishaw, I. Q. (2006). *Neuropsicología Humana*. Médica Panamericana.

León Rodríguez, Diego Armando, & Cárdenas Parra, Luis Fernando. (2021). Experiencias Adversas en la Niñez: Modificaciones Neuro-Estructurales, Neuro-Funcionales y Comportamentales. *Psyche* (Santiago), 30 (2) <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.7764/psykhe.2019.21739>.

Leisman, G., Mualem, R., Khayat Mughrabi, S.K. (2015) The neurological development of the child with educational enrichment in mind. *Psicología educativa* 21: 79-96

Lorenzo Ruiz, A., Guerrero Ángeles, E. A. (2017). Afectaciones psicológicas en personal de primera respuesta: ¿Trastorno por estrés postraumático o estrés traumático secundario?. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 2, (28): 252 – 265.

Loredó-Abdalá, A., Casas-Muñoz, A., Cerezo-Cantú, V., Carbadillo-Moreno, O. G & Ordoñez-Franco, N. A. (2020). Maltrato infantil: La neurobiología, estrategia de estudio para el siglo XXI. *Acta Pediatr Mex*; 41 (4):165-177.

Marques-Feixa, L., Fañanás Saura, L. (2020). Las consecuencias neurobiológicas del maltrato infantil y su impacto en la funcionalidad del eje HHA. *Psicopatol. Salud ment*, (M4): 11-24.

Martínez-Morga, M., Martínez, S. (2016). Desarrollo y plasticidad del cerebro. *Revneurol*, 62 (Supl. 1): S3-S8.

Medina, M., A., Escobar B, M. I. (2004). Plasticidad neural y su relación con el sistema de transportadores de glutamato. *Asociación Colombiana de Psiquiatría*, núm. 1, (155S-164S).

- McKay, K., Halperin, J., Schwartz, S y Sharma. (1994). Developmental analysis of three aspects of information processing: sustained attention, selective attention, and response organization. *Developmental Neuropsychology*, 10: 121- 132
- Narbona, J., Crespo-Eguilaz, N. (2012). Plasticidad cerebral para el lenguaje del niño y el adolescente. *Revneurool.* 54 (Supl1): S127-S130.
- Pérez-Jara, C., Ruiz, Y. (2022). Evaluación neuropsicológica en niños con trastorno del neurodesarrollo. *RevMed.Clin Condes.* 33(5). 502-511
- Roselli, M. (2002). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Neurociencias y Funciones superiores. Seminario del doctorado en Ciencias Sociales, niñez y juventud.*
- Santiago, CD, Raviv, T., Ros, AM, Brewer, SK, Distel, LML, Torres, SA, Fuller, AK, Lewis, KM, Coyne, CA, Cicchetti, C. y Langley, AK (2018). Implementación de la intervención de trauma Bounce Back en escuelas primarias urbanas: una prueba de replicación en el mundo real. *Psicología Escolar Trimestral*, 33 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1037/spq0000229>
- Santiago, C. D. C., Raviv, T., Ros, A. M., Brewer, S. K., Distel, L. M. L., Torres, S. A., Fuller, A. K., Lewis, K. M., Coyne, C. A., Cicchetti, C. J., & Langley, A. K. (2018). Implementing the bounce back trauma intervention in urban elementary schools: A real-world replication trial. *School Psychology Quarterly*, 33(1), 1-9. <https://doi.org/10.1037/spq0000229>
- Sebastián Galles, N. (2012). Neurociencia educativa del desarrollo: El periodo pre-escolar. *Participación educativa*, Vol, (1): 33-38.
- Teicher, M. H. (2002). *Neurobiología del maltrato en la infancia*. Investigación y Ciencia. Pp 59-67.
- Ofen, N. (2012). The development of neural correlates for memory formation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*; 36: 1708-1717.
- Ortiz, T. (2018). *Neurociencia en la escuela: Hervat: investigación neuroeducativa para la mejora del aprendizaje*. Ediciones SM.

Zegarra-Valdivia, J. A., Chino-Vilca, B. N. (2019). Neurobiología del trastorno por estrés posttraumático. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 20 (1): 21-28