

Maltrato infantil y neurodesarrollo

Grado en Educación Social

1. MALTRATO, ADVERSIDAD Y DERECHOS DE LA INFANCIA

1.1. Conceptos fundamentales

El maltrato infantil comprende formas de violencia física o emocional, violencia sexual, negligencia y explotación que provocan o pueden provocar daño a una persona menor de 18 años en una relación de responsabilidad, confianza o poder. La definición no exige demostrar una intención de dañar ni que el perjuicio sea inmediato o permanente (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2026).

Conviene distinguir tres conceptos. El maltrato designa acciones u omisiones que vulneran el cuidado y la protección. La adversidad infantil incluye experiencias y condiciones desfavorables más amplias. El trauma alude al impacto de experiencias abrumadoras y a las respuestas que pueden generar; no es sinónimo de cualquier dificultad ni implica necesariamente un trastorno.

Las experiencias adversas en la infancia suelen estudiarse mediante categorías como abuso, negligencia o exposición a violencia familiar. También se investigan condiciones comunitarias y estructurales. Su acumulación puede aportar información poblacional, pero un recuento aislado no describe adecuadamente la gravedad, la duración, el momento de exposición, los apoyos ni el significado que la experiencia tiene para una persona (Vaidya et al., 2024).

Dos dimensiones útiles para la investigación son la amenaza (experiencias de daño o peligro) y la privación (ausencia de oportunidades de cuidado, interacción o estimulación esperables). Pueden coexistir y no agotan la complejidad de las experiencias infantiles. En un metaanálisis reciente, ambas se asociaron con problemas de salud mental, con asociaciones mayores para la amenaza en los resultados estudiados. Esto no permite ordenar automáticamente la gravedad de los casos ni inferir un diagnóstico individual (Lee et al., 2025).

1.2. Una lectura social y no culpabilizadora

La pobreza no equivale por sí misma a negligencia. Antes de atribuir una carencia al comportamiento de una familia, es necesario considerar el acceso a vivienda, alimentación, servicios, conciliación y redes de apoyo. Del mismo modo, un diagnóstico de salud mental, una discapacidad, la monoparentalidad o el origen migrante no demuestran maltrato. La valoración debe centrarse en hechos, necesidades no cubiertas y condiciones de seguridad, evitando prejuicios.

La Educación Social reconoce a la infancia como sujeto de derechos: escucha, favorece su participación y ofrece apoyos accesibles. Comprender la adversidad permite ajustar la intervención, sin justificar la violencia ni responsabilizar a quien la sufre.

La prevención requiere actuar también sobre los entornos: apoyar una crianza sin violencia, mejorar el acceso a recursos y establecer servicios capaces de detectar y responder al maltrato. No puede descansar exclusivamente en enseñar a los niños a protegerse (OMS, 2026).

2. BASES DEL NEURODESARROLLO

2.1. Un desarrollo dinámico y dependiente del contexto

El desarrollo cerebral comienza antes del nacimiento y continúa durante la infancia, la adolescencia y la vida adulta. Resulta de la interacción entre procesos biológicos y experiencias. No consiste únicamente en aumentar el número de neuronas, ni sigue un calendario idéntico para todas las personas y funciones (Stiles y Jernigan, 2010).

Durante la gestación se forman y organizan las principales estructuras del sistema nervioso. La generación, migración y diferenciación celular contribuyen a establecer los circuitos iniciales. Después del nacimiento se producen cambios intensos en conexiones, organización de redes y mielinización. El recién nacido ya dispone de capacidades perceptivas y de aprendizaje; no parte de un sistema cognitivo vacío (Gilmore et al., 2018).

La sinaptogénesis es la formación de conexiones entre neuronas. La poda sináptica implica la eliminación selectiva de parte de esas conexiones y forma parte de la reorganización del sistema. No equivale a una pérdida patológica generalizada de neuronas. La mielinización favorece la transmisión de señales a lo largo de los axones; no permite deducir, por sí sola, cuánto se utiliza una región cerebral (Stiles y Jernigan, 2010).

La sustancia gris y la sustancia blanca siguen trayectorias diferentes según la región, la edad y la medida empleada. El grosor cortical, la superficie, el volumen y la conectividad no son indicadores intercambiables de madurez o capacidad. En los primeros años se producen cambios especialmente rápidos, pero una imagen cerebral aislada no resume el desarrollo de un niño (Gilmore et al., 2018).

La plasticidad es la capacidad del sistema nervioso para modificarse en relación con la experiencia. Existen periodos de especial sensibilidad, pero no una fecha única a partir de la cual el aprendizaje o la recuperación resulten imposibles. Tampoco cabe afirmar que todos los sistemas culminan su desarrollo a una edad exacta. En la práctica socioeducativa, es preferible ajustar las demandas al funcionamiento observado y revisar los apoyos con el tiempo.

2.2. Del calendario de edades a las necesidades educativas

Las etapas ayudan a organizar la observación, no a establecer exigencias rígidas. La tabla 1 ofrece orientaciones didácticas generales. Las oportunidades de aprendizaje, las condiciones de salud, la discapacidad, las lenguas de uso y la experiencia educativa deben formar parte de la interpretación de cada trayectoria.

Tabla 1

Desarrollo y apoyos socioeducativos orientativos

Etapas aproximadas	Aspectos que observar	Apoyos posibles
0–2 años	Comunicación temprana, exploración, interacción y regulación con ayuda adulta.	Cuidados previsibles, respuesta sensible, juego compartido y coordinación con atención temprana cuando proceda.
3–5 años	Lenguaje, juego simbólico, participación con iguales y comprensión progresiva de normas.	Explicaciones sencillas, juego, rutinas y acompañamiento de las emociones.
6–11 años	Aprendizajes escolares, organización de tareas, amistades y resolución de conflictos.	Instrucciones por pasos, apoyos visuales, oportunidades de cooperación y seguimiento educativo.
12–17 años	Autonomía, identidad, pertenencia, planificación y relaciones afectivas.	Participación real, acuerdos comprensibles, educación afectivo-sexual y apoyo para decidir y pedir ayuda.

Nota. Elaboración didáctica propia. Las edades no son puntos de corte diagnósticos ni hitos cerebrales obligatorios; los apoyos deben individualizarse.

2.3. Comprender funciones, no localizar etiquetas

La atención, la memoria, el lenguaje y la regulación emocional dependen de redes distribuidas y de su interacción. Como orientación básica, el hipocampo participa en procesos de memoria y contexto; la amígdala, en el aprendizaje y la relevancia emocional; y las redes prefrontales y parietales, en distintos componentes del control cognitivo. Estas relaciones no autorizan a identificar una conducta con el estado de una única estructura (McLaughlin et al., 2019).

Para una educadora social, observar que un adolescente necesita apoyo para organizarse es más útil que atribuirle un «cerebro inmaduro». La primera formulación permite acordar una ayuda y evaluar su resultado; la segunda puede convertirse en una etiqueta que reduce expectativas sin aportar una explicación suficiente.

3. MALTRATO Y DESARROLLO: QUÉ MUESTRA LA EVIDENCIA

3.1. Estrés y sistemas de respuesta

La respuesta de estrés moviliza recursos para afrontar demandas o amenazas. Su activación no es necesariamente perjudicial: importa la intensidad, la duración, la posibilidad de recuperar el equilibrio y la disponibilidad de apoyo. La expresión estrés tóxico describe una activación excesiva o prolongada en ausencia de suficiente protección relacional; no es una etiqueta que pueda asignarse a partir de una conducta aislada (Garner et al., 2021).

Uno de los sistemas implicados es el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HHS). En una descripción simplificada, el hipotálamo libera hormona liberadora de corticotropina (CRH); esta estimula la hipófisis anterior para secretar hormona adrenocorticotropa (ACTH); y la ACTH estimula la corteza suprarrenal para producir cortisol. El cortisol participa en mecanismos de retroalimentación que regulan la respuesta. Por tanto, no es el hipotálamo el que produce los glucocorticoides finales del eje (Schär et al., 2022).

Las consecuencias de la exposición al maltrato no se resumen en «demasiado cortisol». Schär et al. (2022) encontraron, en conjunto, menor reactividad del cortisol ante el estrés en personas expuestas a maltrato, pero no diferencias globales en otras medidas, como la actividad diaria o acumulada. Los resultados dependen de cómo se evalúa el sistema y de las características de las muestras. Una determinación hormonal no permite confirmar ni descartar maltrato.

En el acompañamiento cotidiano, esta evidencia invita a considerar que una reacción intensa, el bloqueo o la retirada pueden tener distintas funciones. No demuestra que todas esas respuestas procedan de una historia traumática. Conviene describir lo ocurrido, comprobar la seguridad, reducir demandas innecesarias en ese momento y explorar después qué apoyo facilita retomar la actividad.

3.2. Hallazgos cerebrales y sus límites

Los estudios de neuroimagen han descrito asociaciones entre adversidad y diferencias en estructura, funcionamiento y conectividad cerebral. La revisión de McLaughlin et al. (2019) encontró patrones parcialmente distintos según el tipo de experiencia, especialmente al diferenciar amenaza y privación. Sin embargo, los resultados no configuran una huella universal del maltrato ni una prueba aplicable al diagnóstico de cada niño.

La revisión de Vaidya et al. (2024) subraya la diversidad de adversidades y la necesidad de estudiar sus efectos conjuntos. En muchos trabajos resulta difícil separar la influencia de experiencias simultáneas, condiciones socioeconómicas, características previas y problemas de salud. Una asociación observada en un grupo no demuestra por sí misma causalidad ni permite trasladar la media del grupo a cada integrante.

Tabla 2*Cómo interpretar la evidencia sin determinismo*

Hallazgo o propuesta	Límite de interpretación	Consecuencia profesional
Diferencias en regiones y redes relacionadas con emoción, memoria o control cognitivo.	No aparecen de forma idéntica en todas las muestras ni equivalen automáticamente a lesión.	No deducir el estado cerebral a partir del comportamiento.
Trayectorias de desarrollo asociadas con amenaza o privación.	Distintas medidas pueden mostrar patrones diferentes; no existe una única velocidad de maduración.	Evitar afirmar que todo el cerebro se acelera o se retrasa.
Posibles mecanismos celulares o epigenéticos.	Los resultados animales o de tejidos periféricos no prueban el mismo mecanismo en el cerebro de un niño.	No presentar hipótesis mecanísticas como daño individual demostrado.
Diferencias medias entre personas con y sin adversidad.	Las distribuciones se solapan y existen múltiples factores de riesgo y protección.	Valorar necesidades, fortalezas y evolución de cada persona.

Nota. Síntesis crítica a partir de McLaughlin et al. (2019) y Vaidya et al. (2024). No es una herramienta de evaluación clínica.

3.3. Cognición, emociones y participación

La exposición al maltrato puede relacionarse con dificultades en atención, memoria de trabajo, regulación emocional o aprendizaje, pero no existe un perfil neuropsicológico único. La revisión en español de Amores-Villalba y Mateos-Mateos (2017) proporciona una panorámica de estas áreas. Debe leerse junto con investigaciones posteriores y atendiendo a la variabilidad individual, sin convertir sus descripciones en rasgos inevitables de las víctimas.

Las funciones ejecutivas permiten mantener información activa, inhibir respuestas y cambiar de estrategia. Johnson et al. (2021) observaron asociaciones entre experiencias de amenaza o privación y un rendimiento ejecutivo más bajo; la privación mostró asociaciones más intensas con memoria de trabajo y control inhibitorio. Estos resultados poblacionales no permiten explicar todas las dificultades escolares mediante la adversidad ni sustituir una evaluación individual.

En términos educativos, conviene observar situaciones concretas: cuánto dura una tarea, qué instrucciones se comprenden, cuándo aparece una dificultad y qué ayuda resulta útil. Una baja participación puede relacionarse con múltiples factores, como inseguridad, falta de sueño, barreras lingüísticas, experiencias de exclusión o necesidades de aprendizaje. La evaluación especializada, cuando sea necesaria, deberá considerar esas alternativas.

También pueden presentarse dificultades emocionales y de relación. Lee et al. (2025) encontraron asociaciones de ambas dimensiones de adversidad con problemas internalizantes, externalizantes y relacionados con el trauma. No obstante, una conducta desafiante no demuestra maltrato, una conducta tranquila no lo descarta y haber sufrido violencia no convierte a un niño en un futuro agresor.

3.4. Riesgo no significa destino

Las relaciones seguras, estables y sensibles constituyen un recurso central de protección. El enfoque de salud relacional propone trabajar con familias y comunidades, en lugar de concentrar toda la responsabilidad del cambio en el niño (Garner et al., 2021). Esta perspectiva no garantiza la desaparición de todas las dificultades ni sustituye la atención especializada cuando se necesita.

La resiliencia no debe utilizarse como exigencia de fortaleza individual. Para la Educación Social, importa ampliar oportunidades reales: continuidad de referentes, apoyos educativos, participación comunitaria y acceso a recursos. No es necesario demostrar una alteración cerebral para que una vulneración de derechos merezca protección, ni esperar una recuperación completa para reconocer avances significativos.

4. IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN SOCIAL

4.1. Protección y límites del rol profesional

El conocimiento del neurodesarrollo orienta la comprensión y la planificación de apoyos. No habilita por sí mismo para diagnosticar trastornos, realizar peritajes, investigar los hechos o aplicar tratamientos psicológicos. La función socioeducativa incluye observar, escuchar, documentar de forma pertinente, activar los cauces de protección y sostener el acompañamiento, en coordinación con otros profesionales.

En España, la Ley Orgánica 8/2021 establece el deber de comunicar inmediatamente los indicios de violencia a la autoridad competente. Su artículo 16 refuerza este deber para profesionales que atienden, cuidan, enseñan o protegen a personas menores de edad: deben comunicar la situación a los servicios sociales competentes. Si la salud o la seguridad están amenazadas, deben comunicarla inmediatamente a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y/o al Ministerio Fiscal. El artículo 15 recoge además la comunicación a policía, Ministerio Fiscal o autoridad judicial cuando los hechos puedan constituir delito.

La actuación debe ajustarse al protocolo autonómico y al del servicio, sin que una comunicación interna sustituya los deberes legales ni retrase la protección. No corresponde esperar a disponer de certeza, diagnóstico o prueba concluyente para comunicar indicios. Ante peligro inmediato, se debe activar la respuesta de emergencia y la atención sanitaria que proceda (Ley Orgánica 8/2021, arts. 15–16).

Una comunicación profesional útil distingue hechos observados, palabras de la persona menor de edad e interpretaciones del equipo. Debe incluir la información necesaria para valorar el riesgo y facilitar la continuidad asistencial. La coordinación no autoriza una difusión indiscriminada de datos: se comparte lo pertinente por los canales establecidos y con quienes intervienen en la protección.

4.2. Escuchar una revelación sin investigar

Si un niño, niña o adolescente relata una situación de violencia, es prioritario escuchar con calma, tomar en serio lo que comunica y evitar culpabilizarle. No se debe presionar para obtener detalles, hacer preguntas sugestivas, prometer secreto absoluto ni obligarle a repetir el relato ante distintas personas. Hay que explicar, de forma comprensible, que será necesario pedir ayuda para protegerle (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2023).

Se registra el relato espontáneo con fidelidad, diferenciándolo de las observaciones profesionales. No se confronta por iniciativa propia a la persona señalada si ello puede aumentar el riesgo, y la información a cuidadores debe coordinarse con el procedimiento de protección. Estas pautas de primera respuesta se adaptan del manual de la OPS (2023); las actuaciones clínicas o forenses quedan a cargo de profesionales competentes.

La acogida de una revelación no debe transformarse en una sesión educativa sobre lo ocurrido. En ese momento, la tarea es ofrecer seguridad, explicar el siguiente paso y asegurar que la información llegue a quien puede actuar. Después, el equipo podrá organizar un acompañamiento compatible con las actuaciones de protección.

4.3. Un acompañamiento informado por el trauma

Trabajar con sensibilidad al trauma significa reducir prácticas que puedan generar inseguridad y ofrecer opciones de participación, sin asumir que cualquier conducta tiene origen traumático. La tabla 3 propone ajustes socioeducativos de bajo riesgo que deben acordarse y revisarse con la persona. Son orientaciones prácticas, no tratamientos ni técnicas de eficacia garantizada.

Tabla 3*De la necesidad observada al apoyo educativo*

Necesidad observada	Ajuste posible	Qué revisar
Dificultad para anticipar cambios.	Presentar una rutina comprensible y avisar de transiciones con tiempo.	Si comprende lo que va a ocurrir y necesita menos recordatorios.
Sobrecarga ante tareas extensas.	Dividir la tarea en pasos, modelar el inicio y ofrecer pausas acordadas.	Qué pasos realiza y qué ayuda sigue siendo necesaria.
Activación intensa o bloqueo.	Hablar con calma, reducir estímulos y ofrecer un espacio seguro acompañado, sin usarlo como castigo.	Si recupera seguridad y puede expresar preferencias o necesidades.
Dificultad para pedir ayuda.	Acordar una persona de referencia y una señal sencilla para solicitar apoyo.	Si conoce el canal y puede utilizarlo sin exponerse al grupo.
Conflictos con iguales.	Establecer límites claros sin humillación y trabajar alternativas cuando haya calma.	Seguridad de todas las personas y oportunidades de reparar sin forzar encuentros.
Baja participación o sensación de no tener control.	Ofrecer elecciones reales y objetivos negociados, adecuados a edad y situación.	Si sus decisiones influyen efectivamente en la actividad.

Nota. Propuestas de elaboración propia, coherentes con una atención sensible y protectora. Su aplicación no permite inferir que exista maltrato.

Las normas siguen siendo necesarias: comprender una respuesta no significa permitir daños a otras personas. Los límites deben ser previsibles, proporcionales y respetuosos. Conviene evitar amenazas, castigos humillantes, contacto físico no consentido salvo las actuaciones legalmente previstas ante riesgo y exigencias de narrar experiencias personales delante del grupo.

4.4. Familia, comunidad y coordinación

La intervención con la familia debe reconocer recursos y dificultades concretas. Puede incluir acompañamiento en rutinas, acceso a prestaciones, participación escolar, apoyo a la crianza y conexión con redes comunitarias. Cuando exista riesgo, la prioridad es la protección: fortalecer vínculos no significa mantener contactos inseguros ni promover una reconciliación con quien ejerce violencia.

Un plan coordinado debe indicar quién asume cada actuación, cómo se intercambia la información relevante y cuándo se revisará. Escuela, servicios sociales, protección a la infancia y salud pueden aportar perspectivas complementarias. La continuidad de referentes y una explicación clara de los cambios ayudan a que la persona no tenga que reconstruir su historia ante cada profesional.

La participación ha de ser accesible. Esto exige adaptar el lenguaje, prever apoyos comunicativos y evitar que la discapacidad o el desconocimiento del idioma reduzcan la posibilidad de ser escuchado. El plan debe recoger también qué desea la persona menor de edad, qué comprende y qué apoyos necesita para expresar su opinión, sin atribuirle la responsabilidad de decidir las medidas de protección.

4.5. Ejemplo aplicado y seguimiento

Caso didáctico ficticio. Una adolescente de 14 años que acude a un recurso socioeducativo abandona las actividades cuando se eleva el tono de voz y pierde con frecuencia las instrucciones. El equipo no concluye que presenta un trauma o un daño cerebral. Registra las situaciones, conversa con ella sin presionarla y revisa si existen necesidades de seguridad, comunicación o aprendizaje.

Como primer ajuste, acuerdan instrucciones breves por escrito, avisos antes de cambiar de actividad y una profesional de referencia a la que puede pedir una pausa. Si aparecieran indicios de violencia, se activarían los cauces de protección sin esperar a comprobar si esos apoyos mejoran la participación. La intervención educativa y la protección son actuaciones complementarias.

El seguimiento puede valorar asistencia, participación elegida, comprensión de tareas, uso de apoyos y sensación de seguridad expresada por la adolescente. Se recoge un punto de partida y se acuerda una fecha de revisión, por ejemplo, en dos semanas. Ese plazo es una decisión organizativa del caso, no un estándar clínico ni un tiempo de espera para comunicar riesgos.

Si no hay avances, se revisan las barreras del entorno y la adecuación del plan, sin atribuir el resultado a falta de voluntad. La presencia de sufrimiento persistente, deterioro relevante o necesidades fuera del ámbito socioeducativo requiere coordinación y valoración especializada; una situación urgente exige actuar de inmediato.

5. CONCLUSIONES

El maltrato infantil es una vulneración de derechos y un problema social que puede afectar al desarrollo, la salud y la participación. La investigación neurobiológica y neuropsicológica contribuye a comprender riesgos, pero no ofrece una explicación única de cada conducta ni permite identificar víctimas mediante un perfil cerebral.

La aportación de la Educación Social consiste en convertir esa comprensión en condiciones concretas de protección y aprendizaje: escuchar sin investigar, comunicar los indicios por los cauces adecuados, ofrecer relaciones respetuosas, ajustar los apoyos y coordinar recursos. Las condiciones materiales y comunitarias forman parte de la intervención, no son un añadido a una explicación exclusivamente individual.

Reconocer el posible impacto del maltrato y sostener expectativas de cambio son tareas compatibles. La persona no queda definida por lo vivido. Una práctica rigurosa protege sin estigmatizar, evalúa los apoyos por su utilidad y mantiene abierta la posibilidad de nuevas trayectorias de desarrollo.

6. REFERENCIAS

- Amores-Villalba, A. y Mateos-Mateos, R. (2017). Revisión de la neuropsicología del maltrato infantil: La neurobiología y el perfil neuropsicológico de las víctimas de abusos en la infancia. *Psicología Educativa*, 23(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2017.05.006>
- Garner, A., Yogman, M., Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health, Section on Developmental and Behavioral Pediatrics y Council on Early Childhood. (2021). Preventing childhood toxic stress: Partnering with families and communities to promote relational health. *Pediatrics*, 148(2), Artículo e2021052582. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-052582>
- Gilmore, J. H., Knickmeyer, R. C. y Gao, W. (2018). Imaging structural and functional brain development in early childhood. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(3), 123–137. <https://doi.org/10.1038/nrn.2018.1>
- Johnson, D., Policelli, J., Li, M., Dharamsi, A., Hu, Q., Sheridan, M. A., McLaughlin, K. A. y Wade, M. (2021). Associations of early-life threat and deprivation with executive functioning in childhood and adolescence: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 175(11), Artículo e212511. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.2511>
- Lee, A. H., Kitagawa, Y., Mirhashem, R., Rodriguez, M., Hilerio, R. y Bernard, K. (2025). Do dimensions of childhood adversity differ in their direct associations with youth psychopathology? A meta-analysis. *Development and Psychopathology*, 37(2), 871–901. <https://doi.org/10.1017/S0954579424000737>
- Ley Orgánica 8/2021, de 4 de junio, de protección integral a la infancia y la adolescencia frente a la violencia. *Boletín Oficial del Estado*, 134, de 5 de junio de 2021. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2021/06/04/8/con>
- McLaughlin, K. A., Weissman, D. y Bitrán, D. (2019). Childhood adversity and neural development: A systematic review. *Annual Review of Developmental Psychology*, 1, 277–312. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-084950>
- Organización Mundial de la Salud. (2026, 8 de mayo). *Maltrato infantil*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/child-maltreatment>

- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Cómo responder al maltrato infantil: Manual clínico para profesionales de la salud*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57102>
- Schär, S., Mürner-Lavanchy, I., Schmidt, S. J., Koenig, J. y Kaess, M. (2022). Child maltreatment and hypothalamic-pituitary-adrenal axis functioning: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 66, Artículo 100987. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2022.100987>
- Stiles, J. y Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology Review*, 20(4), 327–348. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>
- Vaidya, N., Marquand, A. F., Nees, F., Siehl, S. y Schumann, G. (2024). The impact of psychosocial adversity on brain and behaviour: An overview of existing knowledge and directions for future research. *Molecular Psychiatry*, 29(10), 3245–3267. <https://doi.org/10.1038/s41380-024-02556-y>