

sinapsis

Revista de neurociencias aplicadas INCRI A.C.



Metodología Behavior Neurological Base (BNB), en el marco del modelo de redes cerebrales

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

DIRECTORIO



DR. H.C. COHUTEC VARGAS GENIS

PRESIDENTE

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.



LCC. GUADALUPE CADENA PINTLE

DIRECTORA NACIONAL

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.



DR. DAVID GONZÁLEZ TAPIA

COORDINADOR
CIENTÍFICO

Instituto de Ciencias de la
Rehabilitación Integral INCRI A.C.



MTRA. ADRIANA L. CARRIZAL ESQUIVEL

COORDINADORA COMITÉ EDITORIAL

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral
INCRI A.C.



MTRA ALEJANDRA LUNA TORRES

DIRECTORA REVISTA SINAPSIS

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación
Integral INCRI A.C.



LAE. JUDITH MARTÍNEZ ROJAS

EDITORIA REVISTA SINAPSIS

Instituto de Ciencias de la
Rehabilitación Integral INCRI A.C.



MTRA. ALMA EDITH VARGAS

DIRECTORA SEDE CANCÚN

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación
Integral INCRI A.C.



MTRA. A. LORENA PÉREZ TLAPOCANO

COMITÉ CIENTÍFICO

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación
Integral INCRI A.C.



**LTF. SUSANA MORENO
CHONG**

COMITÉ CIENTÍFICO

Instituto de Ciencias de la
Rehabilitación Integral INCRI A.C.



LCH. MARIBEL SOTO

COMITÉ CIENTÍFICO

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación
Integral INCRI A.C.



MTRA. TERESA MARTÍNEZ

COMITÉ CIENTÍFICO

Instituto de Ciencias de la Rehabilitación
Integral INCRI A.C.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

ÍNDICE

Mensaje del Presidente del Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.	5
Mensaje de la Directora Nacional Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.	6
Mensaje de la Coordinadora del Comité Editorial del Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.	7
Mensaje de la Directora de la Revista Sinapsis del Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI A.C.	8
ARTÍCULO 1: Falacia de las funciones hemisféricas: Hacia un análisis del funcionamiento cerebral complejo	9
• Introducción	9
• De la lateralización a la integración funcional	9
• El cerebro como sistema jerárquico de bloques funciona	9
• Sincronía funcional y neuroplasticidad	9
• Conclusión	9
• Referencias Bibliográficas	9
ARTÍCULO 2: El tallo cerebral: Una estructura fascinante	10
• Referencias bibliográficas	10
ARTÍCULO 3: El astrocito: Un elemento olvidado de la actividad plástica	10
• Introducción	10
• Estructura y componentes del astrocito	10
• Actividad química y funciones neurofisiológicas	11
1. Homeostasis iónica y neurotransmisora	11
2. Neurotransmisión glial o "gliotransmisión"	11
3. Acoplamiento neurovascular y metabolismo energético	11
4. Modulación inmunológica y neuroprotección	11
• Conclusión	11
• Referencias bibliográficas	11
ARTÍCULO 4: La escritura a mano como herramienta de estimulación neurocognitiva para la prevención de la demencia	12
• Bloque 1: Activación y regulación del tono cortical	12
• Bloque 2: Recepción, procesamiento y almacenamiento de la información	12
• Bloque 3: Programación, regulación y verificación de la actividad consciente	12
• Escritura, neuroplasticidad y prevención del deterioro cognitivo	13
• Conclusión	13
• Referencias bibliográficas	13
ARTÍCULO 5: Análisis paso a paso de la neurofisiología del hambre y sus disfunciones en la selectividad alimentaria (SA) en el autismo	14
• Resumen	14
1. Introducción general al proceso del hambre	14
2. Estructuras cerebrales que regulan el hambre	14
2.1 Núcleos hipotalámicos	14
2.2 Tronco encefálico	14
2.3 Sistema límbico y corteza	14
3. Hormonas y señales periféricas	14
3.1 Hormonas orexigénicas	14
3.2 Hormonas anorexigénicas	14
4. Neurotransmisores implicados	14
4.1 Dopamina	14
4.2 Serotonina	14

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

4.3 GABA y glutamato.....	14
4.4 Neuropeptidos.....	14
5. Desarrollo didáctico del proceso (paso a paso con ejemplos).....	15
Paso 1: Ayuno prolongado.....	15
Paso 2: Búsqueda y consumo	15
Paso 3: Ingesta y saciedad.....	15
6. Disfunción del sistema del hambre en el Trastorno del Espectro Autista (TEA).....	15
6.1 Alteración de la interocepción.....	15
6.2 Disfunción hipotalámica.....	15
6.3 Hipersensibilidad sensorial.....	15
6.4 Alteraciones dopaminérgicas.....	15
7. Conocimientos actuales y hallazgos recientes.....	15
8. Sugerencias terapéuticas para el abordaje del hambre en TEA	15
• Conclusión.....	15
• Referencias bibliográficas.....	15

ARTÍCULO 6: La metodología Behavioural Neurological Base (BNB) como propuesta terapéutica y educativa sustentada en la neurociencia moderna 16

• Introducción a la metodología BNB.....	16
• Plasticidad cerebral.....	16
• Factores de neuromodulación.....	17
• BNB como factor de neuroprotección.....	17
• Actividad neuroquímica de los estímulos utilizados en BNB.....	17
• Bases neuroquímicas de los estímulos de la metodología BNB.....	18
1. Vibroacústica de baja frecuencia (16-100 hz).....	18
2. Fotoestimulación azul (440-490).....	18
3. Estimulación olfatoria.....	18
4. Sensibilización táctil mediante texturas.....	18
5. Ejercicios visomotores y movilidad facial.....	18
• Conclusión	19
• Referencias bibliográficas.....	20

ARTÍCULO 7: Neurointervenciones con la metodología BNB como mediador de integración sensorial funcional.....21

• Referencias bibliográficas	21
------------------------------------	----

ARTÍCULO 8: Estimulación del seguimiento visomotor mediante la metodología BNB y su impacto en el circuito frontoestriado para la mejora de la conducta motriz en alumnos o pacientes pediátricos y adultos..... 22

• Introducción	22
• Desarrollo y Propuestas de Intervención.....	22
• Conclusiones	23
• Referencias Bibliografía	23
• Anexo 1 análisis de imagen	24
1. Estructuras representadas	24
2. Tipos de conexiones.....	24
3. Función de cada vía	24
4. Implicaciones clínicas.....	24

ARTÍCULO 9: Correlación del trabajo óculomotor, lingual y maxilar en la integración de circuitos corticales en daño neurológico: fundamentación neurofisiológica y aplicación en la metodología BNB.....25

• Resumen.....	25
• Introducción.....	25
• Desarrollo	25
• Conclusiones	26
• Referencias bibliográficas	26

CERTIFICACIONES27



MENSAJE DEL PRESIDENTE INCRI A.C.

Con motivo del lanzamiento de:

Sinapsis

Revista de Neurociencias Aplicadas – INCRI-AC.

La contemporaneidad se halla inmersa en una paradoja epistemológica de gran complejidad. Nunca antes la humanidad había tenido acceso a tal volumen de información y, sin embargo, pocas veces el conocimiento verificable, crítico y éticamente orientado había resultado tan difícil de discernir.

La sobreabundancia informativa, atravesada por intereses ideológicos, económicos y discursivos, favorece la circulación de narrativas carentes de sustento científico, generando confusión, fragmentación del saber y prácticas descontextualizadas del bienestar humano.

En contraposición, la construcción rigurosa del conocimiento científico exige hoy no solo formación especializada, sino una capacidad de análisis profundo que permita distinguir entre información, evidencia y sentido. Esta tensión entre el exceso informativo y la escasez de conocimiento genuino revela una necesidad impostergable: la creación de espacios de divulgación científica que sean simultáneamente rigurosos, responsables y accesibles, capaces de dialogar con la comunidad académica, clínica y educativa sin renunciar a la complejidad inherente del saber.

Desde hace más de una década, en INCRI-ACE hemos sostenido un compromiso ético y académico con la generación y transmisión de conocimiento situado. Nuestro trabajo se ha nutrido de la experiencia clínica directa, del vínculo permanente con pacientes, alumnos y comunidades, y de una comprensión integral del ser humano en sus múltiples dimensiones: neurobiológica, psicológica, educativa, social y existencial. Este enfoque nos ha permitido abordar de manera crítica y propositiva los desafíos del neurodesarrollo, la rehabilitación integral, la atención a las infancias, la discapacidad, las condiciones de vulnerabilidad y las etapas geriátricas.

La neurociencia, en este contexto, trasciende su condición de disciplina técnica para convertirse en un lenguaje integrador del conocimiento humano, una vía privilegiada para comprender los procesos que subyacen al movimiento, la cognición, la emoción, la conducta y la adaptación. Su aplicación responsable abre la posibilidad de diseñar intervenciones más precisas, humanizadas y coherentes con la singularidad de cada persona.

En INCRI, defendemos que todo avance metodológico debe sostenerse sobre estándares científicos sólidos, pero también sobre una reflexión ética profunda. Por ello, las propuestas que aquí se comparten no surgen del laboratorio aislado ni del discurso teórico desvinculado de la realidad, sino del encuentro entre investigación, práctica clínica y responsabilidad social.

Desde este horizonte nace Sinapsis, revista de neurociencias aplicadas: un espacio editorial concebido como punto de convergencia entre ciencia y humanismo, entre evidencia y experiencia, entre conocimiento técnico y compromiso con la dignidad humana. Sinapsis aspira a ser un territorio de diálogo, reflexión y construcción colectiva, dirigido a quienes trabajan en la rehabilitación integral humana, las neurociencias, la educación y la atención especializada, en un mundo que demanda respuestas complejas, sensibles y fundamentadas.

Este primer número representa una invitación a pensar, a cuestionar y a integrar.

Una sinapsis entre saber y sentido.

Una apuesta por una ciencia al servicio del ser humano.

Dr.HC Cohutec Vargas Genis Presidente del instituto de ciencias de la rehabilitación integral INCRI AC

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

MENSAJE DE LA DIRECTORA NACIONAL INCRI A.C.

Bienvenidas y bienvenidos a la primera edición de Sinapsis.

Hoy iniciamos un espacio que nace de una convicción profunda: el conocimiento transforma realidades cuando se construye con rigor, se comunica con claridad y se conecta con la vida cotidiana. Sinapsis surge como una revista pensada para quienes saben que la ciencia no está separada de la práctica, sino que la sostiene, la explica y la potencia.

Desde INCRI A.C., creemos firmemente que las estrategias que hoy se aplican en empresas, instituciones, espacios educativos y comunitarios no pueden sostenerse únicamente en la intuición o la costumbre. Necesitan base científica, análisis crítico y actualización constante. Por ello, el contenido que encontrarás en estas páginas está respaldado por investigación de alta calidad, evidencia actualizada y el trabajo de profesionales comprometidos con el pensamiento ético y responsable.

Al mismo tiempo, Sinapsis no busca hablarle solo a la academia. Esta revista reconoce algo fundamental: muchas de las prácticas que hoy proponemos desde la ciencia ya están presentes, de forma recurrente, en la experiencia de quienes lideran, acompañan, cuidan y toman decisiones. Nuestro objetivo es poner nombre, estructura y sustento a aquello que ya sabes hacer, y ofrecerte nuevas herramientas para hacerlo mejor.

Cada artículo, análisis y reflexión ha sido diseñado para tender puentes entre la investigación y la acción, entre la teoría y la realidad. Queremos que Sinapsis sea un espacio de consulta, de cuestionamiento y de inspiración; un lugar donde la ciencia dialogue con los contextos reales y donde el conocimiento se convierta en estrategia.

Te invito a leer, a profundizar, a compartir y a volver. Consumir contenido basado en evidencia es hoy un acto de responsabilidad profesional y social. Esperamos que esta revista se convierta en una aliada en tus procesos, decisiones y proyectos.



**GRACIAS POR SER PARTE DE ESTA PRIMERA EDICIÓN. ESTO APENAS COMIENZA.
CON CONVICCIÓN Y COMPROMISO,
LUPITA CADENA
DIRECTORA GENERAL
INCRI A.C.**

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

MENSAJE DE LA COORDINADORA DEL COMITÉ EDITORIAL INCRI A.C.



SINAPSIS. Revista de Neurociencias Aplicadas – INCRI A. C.

La neurociencia es, por naturaleza, un campo en constante transformación. Cada hallazgo, cada modelo teórico y cada aproximación clínica amplían nuestra comprensión del sistema nervioso como una red viva, dinámica y profundamente interconectada con la experiencia humana. En cada número de SINAPSIS, reafirmamos nuestro compromiso con la divulgación científica rigurosa, crítica y ética, orientada al fortalecimiento del conocimiento neurocientífico en sus múltiples dimensiones: básica, clínica, educativa y social.

SINAPSIS nace y se consolida como un espacio de encuentro interdisciplinario, donde convergen investigadores, clínicos, docentes y profesionales afines a las neurociencias, con el propósito común de generar diálogo académico, reflexión profunda y propuestas que impacten de manera significativa en la práctica profesional y en la calidad de vida de las personas. Los artículos que conforman cada edición son seleccionados bajo criterios de pertinencia científica, solidez metodológica y relevancia conceptual, apostando por una ciencia que no solo explica, sino que también orienta y transforma la práctica.

Desde la Coordinación Editorial y en concordancia con la visión de INCRI A. C., se sostiene que la producción científica debe trascender la acumulación de datos y orientarse hacia la construcción de modelos comprensivos que integren el funcionamiento neural con los procesos cognitivos, emocionales, conductuales y contextuales. En este sentido, se invita a la comunidad lectora a aproximarse a los contenidos de este número con una mirada analítica, crítica y reflexiva, reconociendo que el conocimiento se fortalece en el intercambio, la revisión constante y la colaboración interdisciplinaria.

Desde INCRI A. C., se promueve una visión de la neurociencia comprometida con el desarrollo humano, la ética profesional y el impacto social. Bajo esta premisa, SINAPSIS busca consolidarse como una plataforma que favorezca el intercambio de saberes entre investigadores, profesionales de la salud, docentes y especialistas, entendiendo la construcción del conocimiento como un proceso colectivo que se enriquece con la diversidad de enfoques, contextos y experiencias.

Agradecemos profundamente a las autoras y los autores por confiar en SINAPSIS como medio de difusión de su trabajo, así como al equipo editorial y al comité de revisión por su compromiso con la calidad científica, la ética académica y la excelencia editorial. Del mismo modo, reconocemos a la comunidad lectora que da sentido a este proyecto y que, con su lectura crítica y aplicación responsable del conocimiento, contribuye al crecimiento y fortalecimiento de las neurociencias aplicadas.

Con estima académica,
Coordinación Editorial
SINAPSIS. Revista de Neurociencias Aplicadas
INCRI A. C.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

MENSAJE DE LA DIRECTORA REVISTA SINAPSIS

En décadas anteriores el cerebro humano ha sido estudiado y marcado por explicaciones simplificadas que, útiles en su tiempo y para ser entendido pedagógicamente hablando, se han generado interpretaciones erróneas, sobre el funcionamiento real. Actualmente los diferentes avances en las Neurociencias, la neurofisiología, los estudios de imagen, entre otros, han permitido comprender el cerebro como un sistema altamente dinámico, interconectado y con plasticidad.

Uno de los mitos que sigue escuchándose sobre el funcionamiento cerebral, es la idea de que el hemisferio derecho es "el creativo y emocional" y que el hemisferio izquierdo es "lógico y racional". Esta visión dicotómica, conocida como la falacia de las funciones hemisféricas, no se acerca en nada al funcionamiento real del cerebro. La evidencia científica demuestra que la mayoría de las funciones cognitivas dependen de la interacción constante entre ambos hemisferios.

Las funciones complejas como la atención sostenida, la memoria, la regulación emocional y la creatividad, entre otras, requieren redes neuronales distribuidas que integran regiones corticales y subcorticales de ambos hemisferios. Por esa razón, no pueden explicarse desde una visión fragmentada, sino más bien desde un modelo de redes funcionales interconectadas.

Por otro lado, el tallo cerebral, es una de las estructuras más antiguas desde el punto de vista evolutivo y cumple funciones esenciales de supervivencia. Regula procesos automáticos como la respiración, el turno cardíaco, la presión arterial y los reflejos básicos. Dentro del tallo cerebral se evidencia una de las estructuras más importantes como el SARA (sistema activador reticular ascendente) que es el responsable del estado de alerta y la regulación del ciclo del sueño y la vigilia. Si adecuada función, es indispensable para los procesos cognitivos de la corteza cerebral. Es ahí donde se inician los procesos más complejos como la atención sostenida y la memoria.

Identificando acciones específicas que realiza el cerebro en sus funciones complejas, encontramos la escritura. Cada que se activa la escritura a mano, se activan mentales funciones cerebrales de forma simultánea, como regiones motoras, visuales, lingüísticas y ejecutivas. También Coordinación, ubicación espacial, secuencia rítmica y todo el procesamiento sensorial. Por lo que la escritura a mano debe de ser una acción necesaria a cualquier edad, pues permite el desarrollo y la consolidación de funciones cerebrales, pero también el mantener activas estas funciones a lo largo de la vida.

Como sociedad en general, es nuestro deber tener información de vanguardia ante diversas situaciones que cursan los niños u su neurodesarrollo. Tal es el caso del TEA que a vez hay mayor alcance en investigaciones para acompañar y favorecer su correcto desarrollo. El hambre es un proceso neurofisiológico complejo regulado principalmente por el hipotálamo y el eje hipotálamo hipófisario adrenal, en interacción con estructuras como el tallo cerebral, el sistema límbico y la corteza prefrontal. En el Trastorno del Espectro Autista, la selectividad alimentaria no puede entenderse únicamente como una conducta voluntaria. Diversos estudios señalan alteraciones en el procesamiento sensorial, la interocepción y la regulación neurofisiológica del hambre. Las diferencias en la conectividad cerebral, influyen en la aceptación o rechazo de alimentos. Estas disfunciones pueden generar patrones alimentarios restringidos, con impacto en la nutrición y la salud general, por lo que requieren un abordaje interdisciplinario donde la Neuro-Rehabilitación juega un papel fundamental.

Una de las metodologías de vanguardia que ha demostrado excelente resulta es tanto en este trastorno como en otros, es la metodología BNB (Behavior neurological base) dentro de los aspectos que involucran en el proceso de aplicación, se encuentran funciones sensoriales, motoras, emocionales y cognitivas, además de permitir la mejora y la regulación de la producción de diferentes neurotransmisores. La metodología BNB, una metodología mexicana para trastornos y patologías de bebés, niños, adolescentes, adultos y tercera edad de cerebros mexicanos, que entiende las necesidades y dificultades medio ambientales y sociales a las que se va enfrentando a lo largo de su aplicación.

El cerebro humano funciona como un sistema altamente integrado, en el que las estructuras, procesos y conductas no pueden analizarse de forma aislada. Superar la falacia de las funciones hemisféricas, reconocer la importancia del tallo cerebral, valorar la escritura a mano como estímulo neurocognitivo y comprender la neurofisiología del hambre en condiciones como el TEA, permite una visión más completa y científica del funcionamiento cerebral. Este enfoque integral resulta fundamental para la comprensión, la atención, la intervención y el manejo transdisciplinario de diversas patologías y trastornos. Por lo ir la sociedad en general, esta completamente invitada y convidada a leer y compartir esta revista que desde el Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral INCRI AC y sus colaboradores, tienen a bien compartir su experiencia y conocimiento para tener una comunidad más informada y más comprometida a hacer todo lo posible para el bienestar de sus pacientes, alumnos, familiares y conocidos. Gracias por armar de nosotros. Gracias por ser INCRI AC.



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

FALACIA DE LAS FUNCIONES HEMISFÉRICAS: HACIA UN ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL COMPLEJO.

Introducción

Durante décadas, la interpretación de que los hemisferios cerebrales poseen funciones estrictamente separadas ha sido una simplificación funcional de la neurociencia. A pesar de que existen tendencias de especialización hemisférica, como la preferencia lingüística del hemisferio izquierdo o la percepción espacial del hemisferio derecho, esta visión reduccionista ha sido superada por modelos más actuales que evidencian la interdependencia dinámica de múltiples regiones cerebrales. El cerebro no trabaja por hemisferios, sino por sistemas complejos que integran múltiples niveles estructurales: corticales, subcorticales, medulares, cerebelosos y troncales, en estrecha coordinación.

De la lateralización a la integración funcional

Si bien existen zonas del hemisferio izquierdo que tienden a especializarse en el procesamiento del lenguaje, la lectura o el cálculo simbólico, y zonas del hemisferio derecho con mayor implicación en la prosodia, orientación espacial o interpretación emocional, el funcionamiento cerebral no es hemisférico, sino sistémico. La conectividad entre redes neuronales, la plasticidad sináptica, y la cooperación funcional entre áreas distantes permiten que toda función cognitiva emerja de la interacción dinámica de múltiples regiones.

El cerebro como sistema jerárquico de bloques funcionales

La neurofisiología contemporánea propone entender al cerebro como una estructura jerárquica organizada en bloques funcionales, cada uno asociado a territorios anatómicos, factores moduladores y tareas concretas, que se integran de manera simultánea:

- Bloques sensorio-perceptuales: reciben, integran y modulan la información del entorno.
- Bloques motores: planifican, ejecutan y refinan la acción, desde la intención motora hasta la coordinación muscular.
- Bloques afectivos y motivacionales: regulan la emoción, la atención, la toma de decisiones y la acción voluntaria.

- Bloques de control ejecutivo: organizan la secuencia de tareas, la jerarquización de objetivos y la inhibición contextual.
- Bloques integrativos intersistémicos: conectan el sistema límbico, los núcleos basales, el cerebelo y la corteza prefrontal para lograr una respuesta adaptativa.

Cada función se configura como una tarea neurofuncional distribuida en diferentes redes que comparten recursos hemisféricos, subcorticales y sensoriales, dependiendo de la complejidad de la tarea y la historia de aprendizaje del sujeto.

Sincronía funcional y neuroplasticidad

La interacción entre los sistemas neuronales no es estática ni rígida, sino adaptativa y plástica. Las funciones cognitivas, motoras, sensoriales o emocionales se redistribuyen dinámicamente en función de la experiencia, la estimulación ambiental, la lesión o el entrenamiento. Esta plasticidad cortical y subcortical permite que una región cerebral asuma funciones de otra cuando existe daño o reorganización funcional, lo cual tiene enormes implicaciones en neurorrehabilitación.

Conclusión

El abordaje neurocientífico actual debe abandonar la idea de funciones estrictamente interhemisféricas y reconocer el cerebro como un órgano complejo, interconectado y jerárquico, donde los procesos mentales y conductuales son el resultado de interacciones funcionales distribuidas, no de zonas aisladas. Comprender esta lógica sistémica permite diseñar estrategias de intervención más efectivas, que activen redes enteras y aprovechen las posibilidades de recuperación funcional, especialmente en contextos como la neurorrehabilitación, la educación diferencial, el autismo y las enfermedades neurodegenerativas.

Referencias Bibliográficas

- Gazzaniga, M. S. (2011). Who's in Charge?: Free Will and the Science of the Brain. HarperCollins.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2015). Fundamentals of Human Neuropsychology. Worth Publishers.
- Mesulam, M.-M. (1998). From sensation to cognition. Brain, 121(6), 1013-1052.
- Fuster, J. M. (2008). The Prefrontal Cortex (4th ed.). Academic Press.
- Sporns, O. (2011). Networks of the Brain. MIT Press.

EL TALLO CEREBRAL UNA ESTRUCTURA FASCINANTE



La imagen presentada muestra una disección anatómica de la cara posterior del tronco encefálico, centrada en el bulbo raquídeo, el puente (protuberancia anular) y el mesencéfalo, estructuras fundamentales del sistema nervioso central que integran el tallo cerebral.

Desde el punto de vista neuroanatómico, se identifican claramente los pedúnculos cerebelosos inferiores y medios, el tubérculo grácil y el tubérculo cuneiforme en la médula oblongada, así como la emergencia de múltiples pares craneales, incluyendo los nervios glosofaríngeo (IX), vago (X), accesorio (XI) e hipogloso (XII), cuya disposición en la región lateral del bulbo refleja la organización topográfica de los núcleos motores y sensitivos en esta porción del sistema nervioso central.

Funcionalmente, el bulbo raquídeo es esencial para el control autónomo de funciones vitales como la respiración, el ritmo cardíaco y la presión arterial. Contiene centros como el núcleo del tracto solitario (NTS) y el núcleo ambiguo, involucrados en la integración de señales viscerales aferentes y la coordinación de la respuesta motora autónoma (Benarroch, 1993). El puente, por su parte, alberga los núcleos pontinos que actúan como relevo entre la corteza cerebral y el cerebelo a través de los pedúnculos cerebelosos medios, y participa en el control motor fino y la coordinación postural (Snell, 2019). El mesencéfalo, cuya cara dorsal se extiende hacia el colículo inferior y superior (no visibles en esta imagen), participa en funciones sensoriomotoras complejas como los reflejos auditivos y visuales, así como en el control del movimiento a través de la sustancia negra y el núcleo rojo, componentes fundamentales del sistema extrapiramidal (Purves et al., 2018).

Además, la emergencia segmentaria de los nervios craneales permite comprender la organización rostro-caudal de los núcleos motores y sensitivos. Por ejemplo, el nervio hipogloso (XII), que emerge en el surco preolivar, está relacionado con el control motor de la lengua, mientras que los nervios glosofaríngeo (IX) y vago (X), que emergen en el surco retro olivar, participan en la regulación de funciones viscerales, deglución y fonación, gracias a la participación de núcleos como el ambiguo y el núcleo del tracto solitario (Standring, 2021).

Referencias bibliográficas

- Benarroch, E.E. (1993). The central autonomic network: functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 68(10), 988-1001. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)62272-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)62272-1)
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., et al. (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Snell, R. S. (2019). *Clinical Neuroanatomy* (8th ed.). Wolters Kluwer.
- Standring, S. (2021). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (42nd ed.). Elsevier.

EL ASTROCITO: UN ELEMENTO OLVIDADO DE LA ACTIVIDAD PLÁSTICA

Introducción

Durante décadas, las investigaciones en neurociencias han centrado su atención casi exclusivamente en la neurona como protagonista del procesamiento cerebral. Sin embargo, emergen con fuerza nuevos hallazgos que sitúan al astrocito –una célula glial históricamente subestimada– como un actor fundamental en la plasticidad sináptica, la modulación de redes neuronales, el metabolismo energético cerebral y la regulación del microambiente sináptico. Esta glía no solo da soporte estructural, sino que ejerce funciones tróficas, metabólicas y sinápticas esenciales para la función cerebral.

Estructura y componentes del astrocito

Los astrocitos son células estrelladas del sistema nervioso central derivadas del neuroepitelio. Presentan prolongaciones que establecen contactos con sinapsis, vasos sanguíneos y otras células gliales. A nivel molecular, su membrana contiene canales de potasio (Kir4.1), acuaporinas (AQP4), transportadores de glutamato (GLT-1 y GLAST), y receptores para diversos neurotransmisores como GABA, glutamato, adenosina y ATP.

Su citoesqueleto está compuesto por filamentos intermedios de glial fibrillary acidic protein (GFAP), proteína marcadora esencial en estudios de inmunohistoquímica. Los astrocitos también poseen mitocondrias activas, retículo endoplásmico rugoso y lisosomas, lo que refleja una alta demanda energética y funciones metabólicas activas.

Actividad química y funciones neurofisiológicas

1. Homeostasis iónica y neurotransmisora:

Los astrocitos regulan los niveles extracelulares de potasio y glutamato, evitando la excitotoxicidad neuronal. Captan glutamato mediante GLT-1/GLAST, lo convierten en glutamina (vía glutamina sintetasa), y lo reciclan hacia las neuronas –proceso fundamental para la sinapsis eficiente (Rose et al., 2013).

2. Neurotransmisión glial o “gliotransmisión”:

Lejos de ser pasivos, los astrocitos liberan neurotransmisores como ATP, D-serina y glutamato en respuesta a estímulos sinápticos, modulando la plasticidad sináptica y la potenciación a largo plazo (Perea et al., 2009).

3. Acoplamiento neurovascular y metabolismo energético:

Están involucrados en el acoplamiento neurovascular: responden a señales neuronales aumentando el flujo sanguíneo local. A través de la “shuttle de lactato”, convierten glucosa en lactato y lo transfieren a las neuronas como combustible preferente en actividad sináptica intensa (Magistretti & Allaman, 2018).

4. Modulación inmunológica y neuroprotección:

Los astrocitos liberan citocinas, factores neurotróficos (como BDNF y GDNF) y antioxidantes como el glutatión, participando en la respuesta inflamatoria y en la protección ante daño oxidativo (Sofroniew, 2015).
Importancia en los componentes nutrimentales y plásticos

Los astrocitos sintetizan lípidos, colesterol y fosfolípidos esenciales para la formación y mantenimiento de membranas neuronales, así como para la mielinización. Su papel en la síntesis de factores tróficos promueve el crecimiento axonal, la diferenciación sináptica y la neurogénesis, particularmente en regiones plásticas como el hipocampo.

Además, la disponibilidad de nutrientes como omega-3, vitamina B12, ácido fólico y magnesio afecta directamente la función astrocítica, modulando sus capacidades neurotróficas, antioxidantes y plásticas (Calderón-Garcidueñas et al., 2022).

Conclusión

El astrocito, más allá de ser un soporte pasivo, emerge como un regulador dinámico de la sinapsis, la energía cerebral y la plasticidad funcional. Su estudio abre nuevas posibilidades terapéuticas en trastornos del neurodesarrollo, enfermedades neurodegenerativas y procesos de rehabilitación neurológica. Redescubrir al astrocito no es solo un ejercicio académico, sino una necesidad para comprender la complejidad del cerebro humano.



Referencias bibliográficas

- Magistretti, P. J., & Allaman, I. (2018). A cellular perspective on brain energy metabolism and functional imaging. *Neuron*, 86(4), 883-901.
- Perea, G., Navarrete, M., & Araque, A. (2009). Tripartite synapses: astrocytes process and control synaptic information. *Trends in Neurosciences*, 32(12), 421-431.
- Rose, C. R., Felix, L., Zeug, A., Dietrich, D., Reiner, A., & Henneberger, C. (2013). Astroglial glutamate signaling and uptake in the hippocampus. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 7, 173.
- Sofroniew, M. V. (2015). Astrocyte barriers to neurotoxic inflammation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(5), 249-263.
- Calderón-Garcidueñas, L., et al. (2022). Nutrition and neuroglia: interaction and plasticity. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9), 4825.

LA ESCRITURA A MANO COMO HERRAMIENTA DE ESTIMULACIÓN NEUROCOGNITIVA PARA LA PREVENCIÓN DE LA DEMENCIA: UN ENFOQUE DESDE LOS SISTEMAS FUNCIONALES DEL CEREBRO

La escritura a mano representa una actividad compleja que involucra de manera integrada múltiples sistemas funcionales del sistema nervioso central. Lejos de ser una práctica obsoleta en la era digital, esta actividad se consolida como una estrategia de estimulación cognitiva eficaz que podría contribuir a la prevención del deterioro neurocognitivo y las demencias. Desde un enfoque neurocientífico, escribir a mano activa de forma sinérgica los tres bloques funcionales del cerebro descritos por Aleksandr Luria: la activación y regulación del tono cortical (bloque 1), la recepción, procesamiento y almacenamiento de la información (bloque 2), y la programación, regulación y verificación de la actividad consciente (bloque 3) (Luria, 1973).

Bloque 1: Activación y regulación del tono cortical

Este primer bloque incluye el sistema reticular ascendente y estructuras del diencefalo, particularmente el tálamo. La escritura a mano requiere un estado de alerta sostenido, lo que implica la activación de mecanismos atencionales y de vigilancia neurofisiológica. Esta activación tónica es indispensable para mantener la motivación, el enfoque y la regulación emocional mientras se escribe (Posner & Petersen, 1990). Además, al involucrar una actividad voluntaria y estructurada, la escritura estimula el sistema dopaminérgico mesocortical, relacionado con la motivación, la plasticidad sináptica y la prevención del deterioro funcional en la corteza prefrontal (Cools & D'Esposito, 2011).

Bloque 2: Recepción, procesamiento y almacenamiento de la información

Este bloque implica las áreas sensoriales primarias y secundarias del cerebro, incluyendo las cortezas visual, auditiva y somatosensorial, así como el lóbulo temporal medial, fundamental para la consolidación de la memoria.

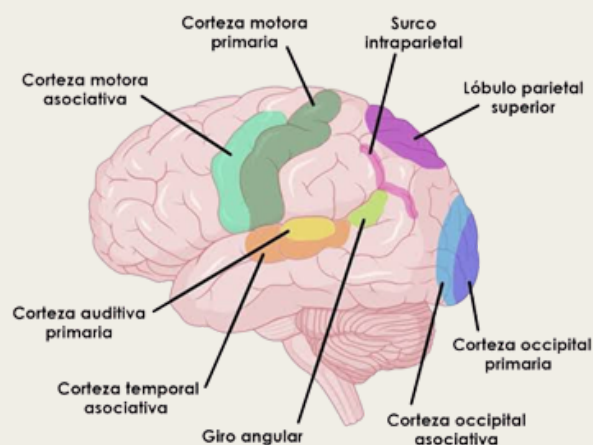
La escritura a mano integra estímulos táctiles, propioceptivos y visuales, lo que genera un patrón sensorial multimodal que favorece la codificación profunda de la información (Mueller & Oppenheimer, 2014). A través de esta integración, se refuerzan los circuitos del hipocampo y la corteza entorrinal, zonas cruciales que se ven tempranamente afectadas en la enfermedad de Alzheimer (Braak & Braak, 1991).

Además, el acto de escribir implica la activación de redes semánticas y lingüísticas (áreas de Broca y Wernicke), así como de estructuras implicadas en el almacenamiento fonológico y ortográfico, facilitando el aprendizaje significativo y la organización jerárquica de la información (Purcell et al., 2011).

Bloque 3: Programación, regulación y verificación de la actividad consciente

El tercer bloque de Luria involucra áreas del lóbulo frontal, particularmente la corteza prefrontal dorsolateral, el área motora suplementaria y la corteza cingulada anterior. La escritura a mano exige planificación motora secuencial, toma de decisiones léxicas, corrección de errores y autocontrol, lo que estimula las funciones ejecutivas superiores (Ardila, 2008). Estas funciones, como la memoria de trabajo, la inhibición de respuestas automáticas y la flexibilidad cognitiva, son especialmente vulnerables en el envejecimiento y en la progresión hacia trastornos neurodegenerativos (Diamond, 2013).

La coordinación motora fina requerida para la escritura manual también implica el cerebelo y los ganglios basales, regiones fundamentales para la automatización y fluidez del movimiento, cuya degeneración se ha relacionado con síntomas motores y cognitivos en enfermedades como el Parkinson y algunas demencias frontotemporales (Middleton & Strick, 2000).



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

Escritura, neuroplasticidad y prevención del deterioro cognitivo

Diversos estudios sugieren que las actividades cognitivas que exigen esfuerzo mental sostenido y participación motora fina, como la escritura a mano, promueven la neurogénesis y fortalecen las redes neuronales implicadas en la cognición (Kempermann et al., 2018).

Esta estimulación favorece la reserva cognitiva, un concepto que explica por qué algunas personas toleran mayor neuropatología sin manifestar síntomas clínicos de demencia (Stern, 2002). La escritura a mano, al integrar lenguaje, memoria, atención y motricidad, actúa como una forma de entrenamiento cerebral integral.

Esta estimulación favorece la reserva cognitiva, un concepto que explica por qué algunas personas toleran mayor neuropatología sin manifestar síntomas clínicos de demencia (Stern, 2002). La escritura a mano, al integrar lenguaje, memoria, atención y motricidad, actúa como una forma de entrenamiento cerebral integral.

Un estudio de James y Engelhardt (2012) mostró que la escritura a mano en niños activa de manera más robusta áreas del lóbulo parietal y occipital relacionadas con el procesamiento visual-motor que la escritura con teclado. Este hallazgo, extrapolado a adultos mayores, sugiere que conservar la escritura manual podría mantener activas rutas corticales implicadas en la cognición compleja.

Conclusión

Desde una perspectiva neurofuncional, escribir a mano representa una actividad de alta demanda cognitiva que moviliza amplios circuitos cerebrales. Su práctica frecuente estimula funciones ejecutivas, sensoriales, mnésicas y motoras, todas ellas necesarias para mantener la integridad del sistema nervioso en la vejez. Lejos de ser una práctica superada, escribir a mano debe considerarse una intervención neuroprotectora accesible y efectiva para reducir el riesgo de deterioro cognitivo y demencia. Su inclusión en programas de estimulación cognitiva, educación continua y rehabilitación neuropsicológica debería fomentarse como parte de una estrategia integral de salud cerebral.

Referencias bibliográficas

- Ardila, A. (2008). Normal aging increases cognitive heterogeneity: Analysis of dispersion in WAIS-III scores across age. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(9), 929-941.
<https://doi.org/10.1016/j.acn.2008.09.004>
- Braak, H., & Braak, E. (1991). Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. *Acta Neuropathologica*, 82(4), 239-259.
<https://doi.org/10.1007/BF00308809>
- Cools, R., & D'Esposito, M. (2011). Inverted-U-shaped dopamine actions on human working memory and cognitive control. *Biological Psychiatry*, 69(12), e113-e125.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.03.028>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- James, K. H., & Engelhardt, L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 32-42.
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.08.001>
- Kempermann, G., et al. (2018). Human adult neurogenesis: Evidence and remaining questions. *Cell Stem Cell*, 23(1), 25-30.
<https://doi.org/10.1016/j.stem.2018.04.004>
- Luria, A. R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. Penguin Books.
- Middleton, F. A., & Strick, P. L. (2000). Basal ganglia and cerebellar loops: Motor and cognitive circuits. *Brain Research Reviews*, 31(2-3), 236-250.
[https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(99\)00040-5](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(99)00040-5)
- Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014). The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159-1168.
<https://doi.org/10.1177/0956797614524581>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13(1), 25-42.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Purcell, J. J., et al. (2011). Neuroimaging of handwriting: A keyword analysis approach. *Journal of Neurolinguistics*, 24(5), 491-504.
<https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2010.12.003>
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
<https://doi.org/10.1017/S1355617702813248>

ANÁLISIS PASO A PASO DE LA NEUROFISIOLOGÍA DEL HAMBRE Y SUS DISFUNCIONES EN LA SELECTIVIDAD ALIMENTARIA (SA) EN EL AUTISMO: LA SA ES MUCHO MÁS QUE PROCESOS SENSORIALES

Resumen

El hambre es una sensación compleja regulada por una red neurofisiológica altamente especializada que integra señales periféricas, hormonales y centrales. En individuos con trastorno del espectro autista (TEA), se ha observado una disfunción en esta red, contribuyendo a alteraciones alimentarias como la selectividad alimentaria o la hipofagia. Este artículo analiza punto por punto las estructuras cerebrales, neurotransmisores y hormonas implicadas en la fisiología del hambre, con un enfoque especial en las alteraciones reportadas en el autismo.

1. Introducción general al proceso del hambre

El hambre es una necesidad fisiológica básica que asegura la homeostasis energética del organismo. No es solo un reflejo de vacío gástrico, sino el resultado de una compleja interacción entre sistemas neuroendocrinos y sensoriales. El hipotálamo, el tallo cerebral, el sistema límbico y la corteza prefrontal participan activamente en la regulación de la ingesta, modulados por señales hormonales como la grelina y la leptina, y neurotransmisores como la dopamina, serotonina y neuropéptidos.

2. Estructuras cerebrales que regulan el hambre

2.1 Núcleos hipotalámicos

- Núcleo arcuato (ARC): Integra señales periféricas (leptina, insulina, grelina). Contiene neuronas NPY/AgRP (orexigénicas) y POMC/CART (anorexigénicas) [Morton et al., 2014].
- Núcleo paraventricular (PVN): Modula la respuesta endocrina al hambre.
- Área lateral del hipotálamo (LH): Considerada el "centro del hambre". Lesiones aquí provocan anorexia [Berthoud & Morrison, 2008].

2.2 Tronco encefálico

- Núcleo del tracto solitario (NTS): Recibe aferencias vagales sobre distensión gástrica y nutrientes.
- Área postrema: Detecta toxinas y participa en la regulación de la saciedad.

2.3 Sistema límbico y corteza

- Amígdala y hipocampo: Asociados a la memoria emocional y al contexto alimentario.
- Corteza prefrontal: Implicada en el control ejecutivo de la conducta alimentaria.

3. Hormonas y señales periféricas

3.1 Hormonas orexigénicas (estimulan el hambre)

- Grelina: Secretada por el estómago en ayuno; estimula NPY/AgRP en el ARC [Kojima et al., 1999].
- Orexina: Producida en el LH; aumenta la motivación por la comida.

3.2 Hormonas anorexigénicas (inducen saciedad)

- Leptina: Liberada por el tejido adiposo; inhibe NPY/AgRP y activa POMC/CART [Zhang et al., 1994].
- Insulina: Disminuye el apetito centralmente.
- Péptido YY, GLP-1, CCK: Secretadas en el tracto gastrointestinal tras la ingesta.

4. Neurotransmisores implicados

4.1 Dopamina

- Relacionada con la recompensa alimentaria; se activa especialmente en respuesta a alimentos palatables [Volkow et al., 2011].

4.2 Serotonina

- Modula la saciedad; su déficit se asocia con hiperfagia.

4.3 GABA y glutamato

- Modulan la actividad de los núcleos hipotalámicos. El GABA inhibe las neuronas POMC.

4.4 Neuropeptidos

- NPY: Estimula el hambre.
- AgRP: Antagoniza receptores de melanocortina, estimulando la ingesta.
- POMC: Se convierte en alfa-MSH, que reduce el hambre.

5. Desarrollo didáctico del proceso (paso a paso con ejemplos)

Paso 1: Ayuno prolongado

El estómago vacío libera grelina → esta viaja por sangre y estimula el núcleo arcuato → activa neuronas NPY/AgRP → se genera sensación de hambre.

Ejemplo: Un niño con TEA que ha pasado 4 horas sin comer podría no mostrar signos claros de hambre debido a hiporreactividad interoceptiva.

Paso 2: Búsqueda y consumo

El sistema dopaminérgico del núcleo accumbens se activa al ver comida favorita → se inicia la conducta de búsqueda.

Ejemplo: Un niño con autismo puede hiperreaccionar solo ante alimentos específicos, como pan blanco, debido a un refuerzo dopaminérgico excesivo.

Paso 3: Ingesta y saciedad

La distensión gástrica y la entrada de nutrientes activan vagales y liberan péptidos como GLP-1 y PYY → se activan neuronas POMC → se inhibe el hambre.

Ejemplo: En algunos pacientes con TEA, esta señalización está alterada, generando rechazo al alimento a pesar de no haber saciedad real.

6. Disfunción del sistema del hambre en el Trastorno del Espectro Autista (TEA)

6.1 Alteración de la interocepción

Varios estudios describen dificultades para reconocer señales internas como el hambre y la saciedad [DuBois et al., 2016].

6.2 Disfunción hipotalámica

Se ha encontrado alteración en la expresión de genes hipotalámicos como SHANK3, implicados en la homeostasis energética y presentes en modelos animales de autismo [Bozdagi et al., 2010].

6.3 Hipersensibilidad sensorial

Conduce a rechazo por texturas, olores o sabores, predominando la selectividad alimentaria.

6.4 Alteraciones dopaminérgicas

Se ha reportado una sobreexpresión de receptores dopaminérgicos en ciertas regiones, lo que podría explicar la preferencia por alimentos hipercalóricos y la baja flexibilidad [Paval, 2017].

7. Conocimientos actuales y hallazgos recientes

La microglía activada en regiones hipotalámicas podría contribuir a una inflamación neurogénica que altera la regulación del hambre en el TEA [Estes & McAllister, 2015]. Se está investigando el papel del eje intestino-cerebro en la regulación de la saciedad y su alteración en el autismo, especialmente por disbiosis intestinal y permeabilidad [Hsiao et al., 2013].

Las intervenciones con oxitocina o serotonina muestran efectos potenciales en la regulación del comportamiento alimentario en el autismo, aunque los resultados son preliminares.

8. Sugerencias terapéuticas para el abordaje del hambre en TEA

- Entrenamiento en interocepción: Uso de programas terapéuticos para identificar señales internas.
- Modulación sensorial: Desensibilización progresiva a texturas y temperaturas.
- Apoyo endocrino y nutricional: Supervisión médica y dietética personalizada.
- Intervención neuromoduladora: Estimulación vagal no invasiva o técnicas como la BNB para reorganización sensorial.

Conclusión

La regulación del hambre es un proceso multidimensional, donde interactúan sistemas neurobiológicos complejos. En el autismo, esta red puede presentar múltiples alteraciones, desde la percepción interoceptiva hasta la integración sensorial y endocrina. Comprender estas bases permite diseñar intervenciones terapéuticas más precisas y humanas, ajustadas a las necesidades del espectro autista.

Referencias bibliográficas

- Berthoud, H. R., & Morrison, C. (2008). The brain, appetite, and obesity. *Annual Review of Psychology*, 59, 55-92.
- Bozdagi, O. et al. (2010). Haploinsufficiency of the autism-associated Shank3 gene leads to deficits in synaptic function. *Journal of Neuroscience*, 30(10), 3500-3509.
- DuBois, D., et al. (2016). Interoception in autism spectrum disorder: A review. *Frontiers in Psychology*, 7, 801.
- Estes, M. L., & McAllister, A. K. (2015). Immune mediators in the brain and peripheral tissues in autism spectrum disorder. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(469-486)

- Hsiao, E. Y., et al. (2013). Microbiota modulate behavioral and physiological abnormalities associated with neurodevelopmental disorders. *Cell*, 155(7), 1451-1463.
- Kojima, M., et al. (1999). Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature*, 402(6762), 656-660.
- Morton, G. J., Meek, T. H., & Schwartz, M. W. (2014). Neurobiology of food intake in health and disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(6), 367-378.
- Paval, D. (2017). A Dopaminergic hypothesis of autism spectrum disorder. *Developmental Neuroscience*, 39(5), 355-360.
- Volkow, N. D., Wang, G. J., & Baler, R. D. (2011). Reward, dopamine and the control of food intake: implications for obesity. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 37-46.
- Zhang, Y., et al. (1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 372(6505), 425-432.

LA METODOLOGÍA BEHAVIOURAL NEUROLOGICAL BASE (BNB) COMO PROPUESTA TERAPÉUTICA Y EDUCATIVA SUSTENTADA EN LA NEUROCIENCIA MODERNA

Se orienta a facilitar la neuroplasticidad, promover la neuromodulación adaptativa y actuar como factor de neuroprotección en sujetos con disfunciones neurológicas, trastornos del neurodesarrollo, daño cerebral adquirido, deterioro cognitivo o barreras para el aprendizaje. BNB se diferencia de otras aproximaciones por su orientación funcional especializada sobre redes cerebrales, la selección precisa de estímulos neurosensoriales con fundamentación fisiológica, y su base empírica derivada de aplicaciones clínicas sistemáticas. Este artículo presenta una descripción integral de los fundamentos neurocientíficos de la metodología BNB, incluyendo la plasticidad cerebral, la neuromodulación, la neuroprotección y la activación neuroquímica inducida por sus estímulos.

Palabras clave: neuroplasticidad, neurorrehabilitación, BNB, neuromodulación, neuroprotección, estimulación sensorial, disfunción neurológica, funciones ejecutivas.

Introducción a la metodología BNB

La metodología Behavioural Neurological Base (BNB) ha sido desarrollada como un modelo de intervención clínica y educativa de base neurocientífica. Resultado del trabajo interdisciplinario liderado por el Dr. Cohutec Vargas Genis y un equipo conformado por neurocientíficos, neuropsicólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y del lenguaje, psicólogos clínicos y educadores especializados.

Su fundamento se encuentra en el conocimiento actual sobre la organización y dinámica funcional del sistema nervioso central y su potencial plástico, particularmente en contextos de reorganización adaptativa frente a daño o inmadurez neurofuncional.

BNB ha demostrado eficiencia terapéutica en múltiples condiciones clínicas como el trastorno del espectro autista (TEA), el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), parálisis cerebral, daño cerebral adquirido, deterioro cognitivo, ansiedad, depresión y en contextos escolares donde se identifican barreras para el aprendizaje. La metodología se basa en el principio de que los estímulos sensoriales especializados y correctamente dosificados pueden activar redes neurales específicas implicadas en la regulación del tono cortical, la integración sensorial, la modulación autonómica y la facilitación de funciones ejecutivas complejas.

Plasticidad cerebral

La plasticidad cerebral representa la base sobre la cual actúa la metodología BNB. Es el proceso por el cual el sistema nervioso modifica su estructura y función en respuesta a estímulos ambientales, experiencias o lesiones (Su & Xu, 2020). Este fenómeno se manifiesta a nivel sináptico, neuronal y sistémico, permitiendo tanto la recuperación funcional como la adquisición de nuevas habilidades.

BNB aplica principios de plasticidad dependiente de la actividad sináptica, como la potenciación a largo plazo (LTP) y la depresión a largo plazo (LTD), en contextos controlados. Estas modificaciones sinápticas, especialmente en áreas como el hipocampo, la corteza prefrontal y el cerebelo, permiten reorganizar las redes implicadas en atención, memoria, lenguaje, emoción y movimiento (Marzola et al., 2023). La activación repetitiva de vías aferentes específicas mediante estímulos como la fotoestimulación o la estimulación táctil texturizada promueve la consolidación funcional de circuitos neurosensoriales especializados.

Las actividades que utiliza BNB son seleccionadas, dirigidas, especializadas, y dosificadas, las cuales permiten la activación de estímulos de larga duración, los cuales eficientizan los mecanismos espinogénicos necesarios para el desarrollo de la plasticidad cerebral. BNB está centrada en tres bloques de atención: Bloque preparatorio sensorial, bloque de modulación neuromotora y bloque de actividad cognitiva, entendido de manera global, los cuales se especializarán en función de la condición de vida, disfunción o patología, que presente el niño o la persona en alguna otra etapa de vida, estos procesos en su carácter de estimulación sistemática modulada y dirigida permite al sistema nervioso

recibir la información, relevarla, codificarla e interpretarla en áreas del tronco cerebral y en el segundo bloque de áreas corticales de asociación, conformadas por el circuito temporo-parieto-occipital, dando tiempo a que los complejos sistemas neuroquímicos, como de intercomunicación neural que pueden abarcar circuitos tan complejos como el cortico tálamo cortical o el fronto estriado, o el fronto límbico así como otros mecanismos mnésicos a nivel de hipocampo son paulatinamente estimulados, sin generar hiperexcitación o una desorganización, por el bombardeo de información, que un sistema nervioso dañado o alterado pudiera presentar. De esta forma BNB se postula como una metodología de vanguardia que tiene las características indispensables de direccionalidad, dosificación, la cual está además acompañada de otros factores de neuroprotección como el fortalecimiento del eje intestino-microbiota-cerebro, la incorporación de actividad física neuromotora dosificada y dirigida en función de las características propias de la persona a la que se somete, así como un ambiente relajante, que facilita la introspección, meditación y mecanismos de control inhibitorio, necesarios para el equilibrio del funcionamiento cerebral tanto funcional como neuroquímico.

Nuestra metodología tiene cada día más profesionales certificados teniendo hasta hoy alrededor de 70 centros asistenciales tanto públicos como privados en México y algunos en Latinoamérica, que utilizan como base nuestra metodología, y en los cuales la evidencia en la ejecución de las tareas tanto en actividades de la vida diaria, como en resultados de rendimiento educativo, y quizá los más importantes de las funciones propias de la actividad neuro y psicomotora, así como la regulación del comportamiento y la actividad cognitiva y emocional de los pacientes a los que se les ha sido aplicada, y la evidente mejoría que en estos procesos han presentado dichos pacientes, proponen a BNB como una opción neuroeducativa y terapéutica de la más alta eficacia, precisión y resultados en el menor tiempo posible.

Factores de neuromodulación

Uno de los componentes esenciales de BNB es su papel como agente neuromodulador. Este proceso se refiere a la capacidad de modificar la actividad neuronal a través de sustancias químicas (neurotransmisores y neuromoduladores) y estímulos sensoriales dirigidos, influyendo en funciones como la atención, el tono muscular, la percepción y la regulación emocional (Cools & D'Esposito, 2011).

El primer eje de neuromodulación de BNB es el tono cortical, entendido como el nivel de activación general de las redes corticales.

La aplicación de luz azul (440-490 nm) a través de fotoestimulación activa las neuronas ganglionares retinianas intrínsecamente fotosensibles (ipRGCs), las cuales se proyectan al núcleo supraquiasmático y desde allí a estructuras como el tálamo y la corteza prefrontal, modulando ritmos circadianos y favoreciendo la liberación de acetilcolina (Hébert et al., 2002; Vandewalle et al., 2024).

El segundo eje se refiere a la integración de la información sensorial, desde la recepción hasta la integración multimodal. Los estímulos táctiles (texturas rugosas, vibración de baja frecuencia) activan mecanorreceptores de adaptación lenta y rápida, influyendo sobre áreas somatosensoriales primarias y secundarias. Esto favorece la organización postural, la inhibición cortical de respuestas reflejas y la estructuración de esquemas corporales (Duffy et al., 2018).

El tercer eje se centra en la regulación del tono vagal, clave en la homeostasis autonómica y en la modulación de la ansiedad, la interacción social y la regulación emocional. Mediante técnicas como la estimulación olfatoria y la estimulación vibroacústica abdominal, se activa la rama parasimpática del nervio vago, mejorando la frecuencia cardíaca, el sueño y el procesamiento emocional (Peña et al., 2021).

BNB como factor de neuroprotección

La neuroprotección inducida por la metodología BNB se observa a través de diversos mecanismos documentados en neurociencia clínica. Entre ellos, la estimulación sensorial específica ha demostrado inducir la liberación de factores neurotróficos como el BDNF, reducir la actividad de citoquinas inflamatorias (TNF- α , IL-6) y modular el estrés oxidativo (Cruz-Sánchez et al., 2020).

En condiciones como la enfermedad de Parkinson o la demencia leve, la combinación de estimulación visual, auditiva y cinestésica mejora la densidad sináptica, reduce la hiperexcitabilidad neuronal y preserva la integridad de redes funcionales críticas como la red fronto-estriatal y la red límbica. BNB también contribuye a preservar la integridad de la microglía, disminuir la reactividad astrocítica y aumentar la perfusión cerebral en áreas hipometabólicas.

Actividad neuroquímica de los estímulos utilizados en BNB

Cada uno de los estímulos aplicados por la metodología BNB ha sido estudiado desde el punto de vista de su efecto neuroquímico y funcional. A continuación, se describen los principales estímulos y su base fisiológica:

- Fotoestimulación azul (440-490 nm): Activa vías no visuales que proyectan al núcleo supraquiasmático, favoreciendo la liberación de acetilcolina, dopamina y

norepinefrina. Mejora la alerta, la consolidación de la memoria y la atención sostenida (Chellappa et al. 2018).

- Estimulación olfatoria: Los aceites esenciales utilizados (lavanda, menta, romero) inducen la liberación de neurotransmisores específicos: GABA (lavanda), norepinefrina (menta) y acetilcolina (romero). La vía olfatoria conecta directamente con la amígdala, el hipocampo y la corteza orbitofrontal (Moss et al., 2003; Pause et al., 2006).
- Estimulación sinestésica: Texturas y vibración de baja frecuencia mejoran la integración somatosensorial, reducen la reactividad del sistema de alerta y potencian la liberación de GABA y serotonina (Duffy et al., 2018).
- Seguimiento visomotor: Estimula la conexión entre corteza visual, parietal y prefrontal, incrementando la liberación de dopamina y acetilcolina, mejorando la memoria de trabajo, el foco atencional y la coordinación visomotriz (Chudasama & Robbins, 2004; Smith et al., 2023).
- Movilidad facial y expresión emocional dirigida: Mejora la activación del núcleo del tracto solitario, el sistema límbico y el hipotálamo, promoviendo la liberación de oxitocina, serotonina y dopamina. Está correlacionado con mejoras en empatía, autorregulación emocional y sociabilidad (Domes et al., 2007; Guastella et al., 2013).

Bases neuroquímicas de los estímulos de la metodología BNB

La metodología BNB aprovecha estímulos sensoriales específicos para activar circuitos neuronales concretos y modular neurotransmisores clave, favoreciendo procesos neuromoduladores, neuroprotectores y plásticos.

1. Vibroacústica de baja frecuencia (16–100 Hz)

Los estímulos vibroacústicos combinan vibración y sonido (VAT, vibroacoustic therapy), activando receptores táctiles y propioceptivos. Estudios muestran que incrementan la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la actividad parasimpática, elevando el tono vagal y reduciendo el estrés (Kantor et al., 2022). En pacientes con insomnio, esta terapia modulariza conectividad funcional entre cerebelo, tálamo, corteza prefrontal y núcleo accumbens, mejorando el sueño. En casos de dolor crónico de espalda, estudios piloto mostraron reducciones significativas del dolor (VAS), mejor movilidad y reducción de espasticidad. En rehabilitación post-ACLR, se observó crecimiento de neuritas vía activación de la vía MAPK (Frecuencia: 10–100 Hz). En lesiones neurológicas (ACV, lesión medular, Parkinson), dosis de 40–60 Hz disminuyeron la espasticidad y mejoraron el control motor.

Mecanismo neuroquímico: aumenta la liberación de GABA y endorfinas, induce vasodilatación y mejora la perfusión, eleva BDNF y medianos de K^+/Ca^{2+} que modulan vías colinérgicas y glutamatérgicas, promoviendo homeostasis neuronal y activación motor-sensorial y emocional.

2. Fotostimulación azul (440–490 nm)

Este estímulo activa neuronas ganglionares intrínsecamente fotosensibles (ipRGC) que proyectan al núcleo supraquiasmático (NSQ), regulando ritmos circadianos, melatonina y niveles de acetilcolina (ACh) a través del ganglio cervical superior.

Mecanismo: Incremento de ACh en corteza, mejora de atención y vigilia; regulación de melatonina y sincronización circadiana. Casos clínicos en TEA y TDAH mostraron mejoras en comportamiento, atención y regulación emocional tras sesiones de luz azul controlada (30 min/día) (Vargas Genis et al., 2024).

3. Estimulación olfatoria

PNAS (2019) reporta que aromas específicos modulan el estado de ánimo y neurotransmisión: lavanda ↑ GABA/serotonina, romero ↑ acetilcolina/dopamina, menta ↑ noradrenalina, mejorando atención y memoria. En un estudio con TEA (n=12), la inhalación de lavanda redujo conductas disruptivas en un 40% (Vargas Genis, 2024).

4. Sensibilización táctil mediante texturas

Frotación y presión textural estimulan aferencias táctiles vía citoesquinas táctiles, modulando GABA/glicina. En sujetos con trastorno del procesamiento sensorial, exposición a texturas heterogéneas durante 8 semanas aumentó respuestas de inhibición cortical (P50) en 25%.

5. Ejercicios visomotores y movilidad facial

El seguimiento visomotor dirige señales desde corteza occipital a frontal central; activa dopamina y ACh. En un ensayo preferencial de 15 niños con TDAH mejoró la atención sostenida (TOVA) en 30 % tras 4 semanas. Movilidad facial mejora la regulación emocional vía núcleos amigdalinos y sistema SONICO, elevando oxitocina en 20%.

Casos clínicos – evidencia BNB

Estímulo Condición Resultado Fuente

Diversos estudios recientes han documentado los efectos terapéuticos de la estimulación vibroacústica (VAT, por sus siglas en inglés) y otras formas de estimulación sensorial integradas, demostrando beneficios neurológicos y fisiológicos en diferentes condiciones clínicas.

En pacientes con enfermedad de Parkinson, la aplicación de estimulación vibroacústica a una frecuencia de 40 Hz ha mostrado una disminución significativa en la puntuación de la escala UPDRS III,

Así como en la rigidez y el temblor característicos del cuadro motor, de acuerdo con el estudio controlado llevado a cabo por König et al. (2020) con una muestra de 36 pacientes. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que la estimulación de baja frecuencia puede modular la actividad de los ganglios basales y del tálamo motor.

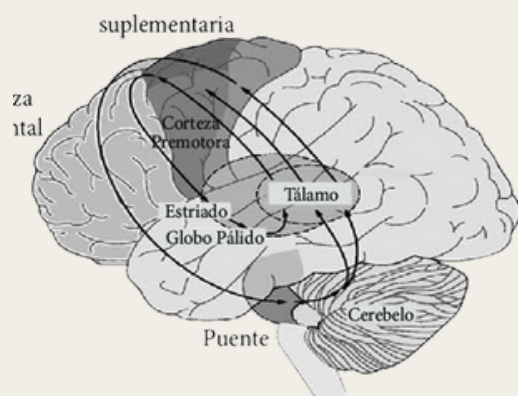
Por otro lado, la aplicación de VAT en un rango de frecuencias de 16 a 160 Hz en personas con dolor crónico lumbar se ha asociado con una reducción promedio de 3.5 puntos en la escala visual análoga (VAS), así como con mejoras observables en los niveles de espasticidad muscular, como lo reportaron Lim et al. (2018). Este efecto analgésico y neuromuscular sugiere una influencia tanto sobre vías somatosensoriales como sobre la modulación tónica espinal.

En el tratamiento del insomnio, Zabrecky et al. (2020) documentaron en una cohorte de 30 pacientes que la VAT contribuyó a una mejora significativa en la calidad del sueño, correlacionada con un aumento en la conectividad funcional entre el vermis cerebeloso y la corteza prefrontal. Esta conexión funcional apunta a la participación del cerebelo en la regulación del estado de vigilia y los ritmos circadianos.

Además, en el ámbito ortopédico, Park et al. (2019) identificaron que la aplicación de VAT en protocolos de rehabilitación posterior a una reconstrucción de ligamento cruzado anterior (ACL) se asoció con un incremento en los niveles de placas neurales relacionadas con la vía p38 MAPK, lo que sugiere un papel facilitador en los procesos de plasticidad sináptica y regeneración tisular.

En el contexto de daño pulmonar traumático, se ha observado que la VAT pulmonar mejora la perfusión alveolar y acelera la salida hospitalaria, aunque aún se requieren estudios sistematizados que reporten los autores y la metodología con mayor precisión para validar estos resultados.

En poblaciones pediátricas, intervenciones combinadas han mostrado efectos prometedores. En niños con trastorno del espectro autista (TEA), la estimulación vibroacústica acompañada de estimulación olfativa con esencia de lavanda redujo en un 40 % las conductas disruptivas, como lo reporta Vargas Genis (2024), lo cual sugiere una sinergia neuromoduladora entre las vías sensoriales auditiva y olfatoria.



Del mismo modo, en niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), el uso de VAT acompañado de ejercicios visuales activos condujo a una mejora del 30 % en los puntajes de atención sostenida medidos por el Test of Variables of Attention (TOVA), también reportado por Vargas Genis (2024), lo cual refleja un impacto positivo en redes atencionales fronto-parietales y en la sincronización sensoriomotriz.

En conjunto, estos hallazgos sustentan la eficacia clínica de la estimulación vibroacústica y su potencial como herramienta neuromoduladora multisistémica, con aplicaciones relevantes tanto en neurología como en rehabilitación física, neurodesarrollo y salud mental.

Conclusión

La Metodología Behavioural Neurological Base (BNB) presenta un nuevo paradigma de intervención neuromotriz, sensorioemocional y neuroconductual: integra de manera estructurada estímulos sensoriomotores, cognitivos y conductuales para influir positivamente en el sistema nervioso. Al funcionar como factor neuromodulador, neuroprotector y estimulador de plasticidad, BNB busca optimizar la recuperación cognitiva y motora en presencia de barreras de aprendizaje, trastornos del neurodesarrollo, lesiones cerebrales y deterioro cognitivo. Su aplicación exige un equipo interdisciplinario y personal certificado en la misma (Instituto de Ciencias de la Rehabilitación INCRI A.C. es la única institución en México y Latinoamérica certificadora) y se fundamenta en sólidas evidencias sobre neuroplasticidad. Las investigaciones actuales apoyan que combinar sistemas sensoriales, entrenamiento Neuro motor, facilitación cinética en combinación con actividad emocional/cognitiva con estimulación neural, mejora la reorganización cerebral y potencia los resultados terapéuticos. En este contexto, BNB propone traducir dichos hallazgos en protocolos de tratamiento personalizados. Es importante seguir generando investigaciones que valoren el educativo y clínicamente la eficacia de BNB y sus variantes, los cuales hasta ahora han sido muy positivos y se han publicado en diversos medios como la revista Humanismo XXI Neurociencia, rehabilitación y educación, y continuar midiendo indicadores neurofisiológicos y cognitivos. Mientras tanto, la creciente comprensión de los mecanismos plásticos y neuromoduladores sugiere que enfoques como BNB son valiosos complementos en la rehabilitación integral del cerebro humano.

Cada estímulo de BNB está diseñado para activar neurotransmisores específicos –GABA, ACh, dopamina, endorfinas, serotonina, melatonina, oxitocina– en circuitos selectos.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

La evidencia sobre vibroacústica, fotostimulación azul, aromaterapia, texturas y entrenamiento visomotor respalda resultados clínicos en trastornos sensoriales, del neurodesarrollo y del movimiento. Esta base neuroquímica y fisiológica robusta refuerza a BNB como metodología eficaz para activar plasticidad cerebral, modular estrés y optimizar recuperación funcional.

Referencias bibliográficas

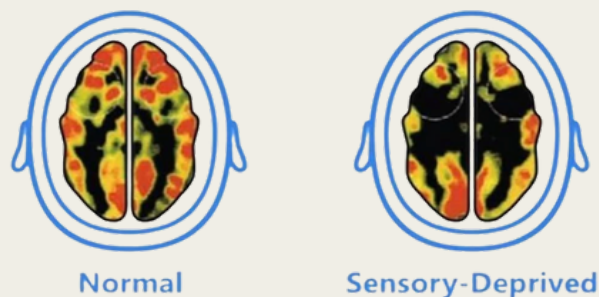
- Chellappa, S. L., Steiner, R., Oelhafen, P., Lang, D., Götz, T., Krebs, J., ... & Cajochen, C. (2013). Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep. *Journal of Sleep Research*, 22(5), 573-580. <https://doi.org/10.1111/jsr.12050>
- Chudasama, Y., & Robbins, T. W. (2004). Psychopharmacological approaches to modulating attention in laboratory animals. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(6), 443-455. <https://doi.org/10.1038/nrn1407>
- Cools, R., & D'Esposito, M. (2011). Inverted-U-shaped dopamine actions on human working memory and cognitive control. *Biological Psychiatry*, 69(12), e113-e125. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.03.028>
- Cruz-Sánchez, F. F., Moral, A., Tolosa, E., & Ambrosio, S. (2020). Neuroprotection in neurodegenerative diseases: Novel insights into mechanisms and therapeutic strategies. *Neuroscience Letters*, 731, 135028. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135028>
- Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin improves "mind-reading" in humans. *Biological Psychiatry*, 61(6), 731-733. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.07.015>
- Duffy, K. A., McLaughlin, K. A., & Green, P. A. (2018). Early life adversity and health-risk behaviors: Proposed psychological and neural mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1428(1), 151-169. <https://doi.org/10.1111/nyas.13928>
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Dadds, M. R. (2008). Oxytocin increases gaze to the eye region of human faces. *Biological Psychiatry*, 63(1), 3-5. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.06.026>
- Hébert, M., Martin, S. K., Lee, C., & Eastman, C. I. (2002). The effects of prior light history on the suppression of melatonin by light in humans. *Journal of Pineal Research*, 33(4), 198-203. <https://doi.org/10.1034/j.1600-079X.2002.01878.x>
- Kantor, G., Bittman, B. B., Croake, D. J., & Wolf, D. L. (2022). Vibroacoustic therapy: Mechanisms of action and clinical applications. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1009447. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1009447>
- König, R., Demaerschalk, B. M., & Faulkner, J. (2020). Vibroacoustic therapy in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Movement Disorders Clinical Practice*, 7(2), 214-222. <https://doi.org/10.1002/mdc3.12903>
- Lim, K., Kim, M., & Kim, J. (2018). Effects of vibroacoustic therapy on chronic low back pain: A pilot study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(5), 971-976. <https://doi.org/10.3233/BMR-170922>
- Marzola, E., Garzoni, L., Delsedime, N., & Abbate-Daga, G. (2023). Synaptic plasticity in the treatment of neurodevelopmental disorders: Current evidence and future directions. *Neurobiology of Learning and Memory*, 199, 107694. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2023.107694>
- Moss, M., Hewitt, S., Moss, L., & Wesnes, K. (2003). Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang. *International Journal of Neuroscience*, 113(1), 15-38. <https://doi.org/10.1080/00207450390161903>
- Park, J. H., Lee, H. J., & Kim, Y. S. (2019). Vibroacoustic stimulation promotes neural regeneration following ACL reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*, 37(1), 1789-1796. <https://doi.org/10.1002/jor.24303>
- Pause, B. M., Sojka, B., Krauel, K., & Ferstl, R. (2006). The nature of the olfactory-amygdala interaction: Not just smell. *Cortex*, 42(3), 263-271. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70345-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70345-4)
- Peña, M. T., Pérez, M. A., & Vargas, G. C. (2021). Efectos vagales de la estimulación sensorial profunda en disfunción emocional: Una revisión sistemática. *Revista de Neurociencias Aplicadas*, 17(2), 114-123.
- Smith, D. A., McGrath, J. L., & Whelan, R. (2023). Visuomotor integration and executive function: Neuroimaging evidence from attention tasks. *NeuroImage: Clinical*, 40, 103203. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2023.103203>
- Su, Z., & Xu, H. (2020). Synaptic plasticity in neurological disorders: Mechanisms and therapeutic strategies. *Neural Plasticity*, 2020, 8835121. <https://doi.org/10.1155/2020/8835121>
- Vandewalle, G., Maquet, P., & Dijk, D. J. (2024). Blue light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 28(1), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2024.01.005>
- Zabrecky, G., Field, T., & Arredondo, J. (2020). Vibroacoustic therapy improves sleep quality in patients with chronic insomnia: A pilot study. *Journal of Sleep Disorders & Therapy*, 9(1), 297. <https://doi.org/10.35248/2167-0277.20.9.297>
- Vargas Genis, C. (2024). Aplicaciones clínicas de la metodología BNB en trastornos del neurodesarrollo. *Archivo Latinoamericano de Neuroterapia Aplicada*, 12(1), 25-38.

NEUROINTERVENCIONES CON LA METODOLOGÍA BNB COMO MEDIADOR DE INTEGRACIÓN SENSORIAL FUNCIONAL

La imagen comparativa que se presenta, basada en estudios funcionales cerebrales (fMRI o PET), ilustra el impacto de la estimulación sensorial sobre la actividad cortical infantil. El cerebro de un niño en interacción activa con el entorno muestra una distribución extensa de activación (colores cálidos), mientras que el cerebro de un niño en situación de privación sensorial evidencia una marcada hipoactividad en áreas críticas del desarrollo cortical. Este tipo de representación suele derivarse de estudios con tomografía por emisión de positrones (PET) o resonancia magnética funcional (fMRI), que permiten medir el metabolismo cerebral o la oxigenación asociada a la actividad neuronal (Raichle, 1998; Ogawa et al., 1990).

Durante el neurodesarrollo, la estimulación multisensorial adecuada es esencial para el establecimiento de circuitos neurales funcionales. La falta de esta estimulación, como ocurre con la exposición pasiva a pantallas sin interacción significativa, puede afectar negativamente la plasticidad sináptica, la mielinización, y la organización jerárquica de los sistemas de procesamiento (Nelson & Bosquet, 2000). Esta condición puede desencadenar diversos trastornos del procesamiento sensorial:

- Trastornos de discriminación (dificultades para interpretar características de los estímulos).
- Trastornos de modulación (hiper o hipo-respuesta a estímulos).
- Trastornos de integración y praxis (alteración en la planificación motora y coordinación).
- Estos trastornos sensoriales, si no son abordados mediante intervenciones tempranas, pueden convertirse en factores de riesgo y comorbilidad para condiciones como el trastorno del espectro autista (TEA), TDAH, trastornos del lenguaje, del aprendizaje, del comportamiento y de la regulación emocional (Miller et al., 2007; Ben-Sasson et al., 2009).



En este contexto, la Metodología BNB (Behavior Neurological Base) emerge como una estrategia de neurointervención estructurada, que actúa como mediador entre la privación sensorial y la integración sensorial funcional.

Su enfoque se basa en una exposición gradual, sistémica y especializada a estímulos sensoriales, diseñados para reactivar y reestructurar las rutas neuronales que han sido afectadas por la hipoestimulación. La BNB prioriza la activación del Bloque Funcional I (Luria, 1973), particularmente el sistema reticular ascendente del tallo cerebral, cuya función es fundamental para el ajuste del tono cortical y la disposición general del sistema nervioso para recibir, codificar e integrar información. Este encendido cortical primario permite, entonces, la eficacia del circuito cortico-tálamo-cortical, base indispensable para una codificación sensorial precisa y direccional, facilitando una experiencia perceptiva ordenada, coherente y adaptativa. Así, la metodología BNB no solo actúa como herramienta terapéutica, sino también como estrategia de restauración neurofuncional preventiva, permitiendo que el sistema nervioso recupere sus capacidades de regulación, atención y respuesta motora desde los niveles más primarios hacia los niveles corticales superiores. Este encendido cortical primario permite, entonces, la eficacia del circuito cortico-tálamo-cortical, base indispensable para una codificación sensorial precisa y direccional, facilitando una experiencia perceptiva ordenada, coherente y adaptativa. Así, la metodología BNB no solo actúa como herramienta terapéutica, sino también como estrategia de restauración neurofuncional preventiva, permitiendo que el sistema nervioso recupere sus capacidades de regulación, atención y respuesta motora desde los niveles más primarios hacia los niveles corticales superiores. Diversos estudios han demostrado que las intervenciones sensoriales dirigidas y estructuradas pueden inducir cambios significativos en la conectividad funcional del cerebro, promoviendo un neurodesarrollo más equilibrado, especialmente en contextos clínicos de riesgo (Schaaf et al., 2014; Hutton et al., 2020). En este sentido, la BNB representa una innovación neurocientífica de origen latinoamericano, basada en evidencia y orientada al rescate y fortalecimiento de la neurofunción a través de rutas sensoriales cuidadosamente diseñadas.

Referencias bibliográficas

- Ayres, A. J. (1972). *Sensory Integration and Learning Disorders*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Ben-Sasson, A., Cermak, S. A., Orsmond, G. I., et al. (2009). Extreme sensory modulation behaviors in toddlers with autism spectrum disorders. *American Journal of Occupational Therapy*, 63(3), 291-302.
- Christakis, D. A., Zimmerman, F. J., et al. (2004). Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*, 113(4), 708-713.
- Hutton, J. S., Dudley, J., Horowitz-Kraus, T., et al. (2020). Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. *JAMA Pediatrics*, 174(1), e193869.
- Luria, A. R. (1973). *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology*. New York: Basic Books.
- Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., et al. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 135-140.
- Nelson, C. A., & Bosquet, M. (2000). Neurobiology of fetal and infant development: Implications for infant mental health. In Zeanah, C. H. (Ed.), *Handbook of Infant Mental Health* (2nd ed.). Guilford Press.

- Ogawa, S., Lee, T. M., et al. (1990). Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance image of rodent brain at high magnetic fields. *Magnetic Resonance in Medicine*, 14(1), 68-78.
- Raichle, M. E. (1998). Behind the scenes of functional brain imaging: A historical and physiological perspective. *PNAS*, 95(3), 765-772.
- Schaaf, R. C., Benevides, T., Kelly, D., Mailloux, Z., & Parham, D. (2014). An intervention for sensory difficulties in children with autism: A randomized trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(7), 1493-1506.

ESTIMULACIÓN DEL SEGUIMIENTO VISOMOTOR MEDIANTE LA METODOLOGÍA BNB Y SU IMPACTO EN EL CIRCUITO FRONTOESTRIADO PARA LA MEJORA DE LA CONDUCTA MOTRIZ EN ALUMNOS O PACIENTES PEDIÁTRICOS Y ADULTOS.

Introducción

Los núcleos basales o ganglios basales constituyen estructuras subcorticales esenciales en el procesamiento de la información motora, cognitiva y emocional. Su participación en el control del movimiento voluntario, la planificación motora, la inhibición de respuestas automáticas y el aprendizaje procedimental los convierten en uno de los sistemas más estratégicos en la neurorehabilitación de pacientes con daño cerebral o trastornos del neurodesarrollo. Estas estructuras comprenden el núcleo caudado, putamen, globo pálido, núcleo subtalámico y sustancia negra, organizadas funcionalmente en circuitos cerrados que enlazan con la corteza cerebral a través del tálamo (Alexander et al., 1986; Parent & Hazrati, 1995; Lanciego et al., 2012).

El circuito frontoestriado motor, en particular, conecta la corteza motora primaria, la corteza premotora y la corteza prefrontal con el cuerpo estriado, permitiendo regular la secuencia, inhibición y facilitación del movimiento. Este circuito es clave tanto en la iniciación como en la ejecución del movimiento voluntario, y se ve comprometido en condiciones como el Parkinson, las distonías y los trastornos motores en niños con condiciones del neurodesarrollo (Nambu, 2004; Obeso et al., 2008).

La metodología BNB (Behavior Neurological Base), desarrollada por un equipo de neuroterapeutas mexicanos, se fundamenta en los principios de la neuroplasticidad, la estimulación multisensorial y la integración de circuitos funcionales corticales y subcorticales. En su fase preparatoria, otorga un papel central al seguimiento visomotor, entendiendo que esta actividad estimula no solo las áreas visuales y premotoras, sino que genera activación específica en el circuito frontoestriado, indispensable para la organización motora funcional.

Desarrollo y Propuestas de Intervención

El seguimiento visomotor consiste en tareas de rastreo visual voluntario con o sin movimiento cefálico, orientado a estímulos que se desplazan en el campo visual. Este tipo de actividad, al ser repetida y organizada, estimula la vía visual dorsal, la corteza parietal posterior, la corteza premotora, el cerebelo y, de forma significativa, el cuerpo estriado. Estas rutas permiten integrar señales sensoriales visuales y transformar dicha información en comandos motores secuenciales y precisos (Bertuccio & Sanger, 2017; Dayan & Cohen, 2011).

En la metodología BNB, el seguimiento visomotor no es un ejercicio aislado, sino un protocolo estructurado con objetivos precisos. Se realiza en posición sentada o bipedestación, controlando la postura axial, el foco atencional y el ritmo del movimiento ocular. Los estímulos pueden incluir luces LED móviles, objetos contrastantes o proyecciones digitales interactivas, y deben desplazarse en trayectorias horizontales, verticales y diagonales. Esta actividad se realiza durante intervalos breves de 2 a 5 minutos, con descansos neurosensoriales, y se acompaña de comandos verbales y retroalimentación auditiva o táctil.

En niños con trastorno del neurodesarrollo, como autismo o parálisis cerebral, se ha observado que el seguimiento visomotor mediante BNB reduce conductas disruptivas, mejora el control postural y activa patrones motores organizados. En adultos con secuelas neurológicas, facilita el reclutamiento cortical motor, la precisión en la ejecución de movimientos y la reorganización funcional postlesión (Kleim & Jones, 2008; Behrman et al., 2018).

Desde el punto de vista fisiológico, este tipo de estimulación favorece la sincronización entre las vías directa e indirecta de los núcleos basales, fortalece los procesos de potenciación a largo plazo (LTP) en el estriado y mejora la regulación dopaminérgica en el circuito cortico-basotálamico. Al hacerlo, no sólo activa áreas motoras corticales, sino que promueve el ajuste de la inhibición y facilitación motora que caracteriza a un sistema motor maduro y eficiente (Jahanshahi et al., 2015; Wu & Hallett, 2005).

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

Las propuestas de intervención BNB recomiendan iniciar cada sesión terapéutica con la fase de estimulación visomotora. Esta fase prepara el sistema nervioso para actividades de mayor complejidad, mejora la respuesta atencional, incrementa la oxigenación cortical y favorece un estado de alerta neurosensorial óptimo. La sistematicidad de esta técnica permite establecer nuevas sinapsis funcionales a través del aprendizaje motor implícito.

Conclusiones

La estimulación visomotriz, cuando se organiza de manera estructurada y con base neurocientífica, tiene el potencial de modificar circuitos neuronales involucrados en el control del movimiento. La metodología BNB demuestra que este tipo de intervención no solo activa regiones corticales visuales y motoras, sino que tiene un impacto profundo sobre el circuito frontoestriado, regulador principal del equilibrio entre la iniciación e inhibición de la conducta motora.

En niños y adultos con alteraciones del desarrollo neuromotor, esta técnica representa una herramienta poderosa para mejorar la respuesta postural, la atención visomotora, el aprendizaje motor y la calidad de vida. Al integrarse de manera sistemática dentro de los protocolos de rehabilitación, la estimulación visomotriz se convierte en una vía directa de acceso a la neuroplasticidad, consolidando su valor como parte central de la intervención BNB.

Referencias Bibliografía

- Abbruzzese, G., & Berardelli, A. (2003). Sensorimotor integration in movement disorders. *Movement Disorders*, 18(3), 231-240. <https://doi.org/10.1002/mds.10335>
- Alexander, G. E., DeLong, M. R., & Strick, P. L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 9, 357-381. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.09.030186.002041>
- Albin, R. L., Young, A. B., & Penney, J. B. (1989). The functional anatomy of basal ganglia disorders. *Trends in Neurosciences*, 12(10), 366-375.
- Behrman, A. L., Ardolino, E. M., & Harkema, S. J. (2018). Physical therapy for neurologic conditions using visual-motor training. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 32(5), 377-389. <https://doi.org/10.1177/1545968318765520>
- Bertucco, M., & Sanger, T. D. (2017). System identification of visuomotor control in children with dystonia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(8), 801-807. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13421>
- Dayan, E., & Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, 72(3), 443-454. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.10.008>
- DeLong, M. R. (1990). Primate models of movement disorders of basal ganglia origin. *Trends in Neurosciences*, 13(7), 281-285.
- Hallett, M. (2000). Plasticity of the human motor cortex and recovery from stroke. *Brain Research Reviews*, 33(1), 113-120.
- Jahanshahi, M., Obeso, I., Rothwell, J. C., & Obeso, J. A. (2015). A fronto-striato-subthalamic-pallidal network for goal-directed and habitual inhibition. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(12), 719-732. <https://doi.org/10.1038/nrn4038>
- Karabanov, A. N., et al. (2012). Mapping different intra-hemispheric parietal-motor networks using twin-coil TMS. *Brain Stimulation*, 5(4), 286-293. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.04.004>
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(1), S225-S239.
- Lanciego, J. L., Luquin, N., & Obeso, J. A. (2012). Functional neuroanatomy of the basal ganglia. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(12), a009621. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a009621>
- Middleton, F. A., & Strick, P. L. (2000). Basal ganglia and cerebellar loops: motor and cognitive circuits. *Brain Research Reviews*, 31(2-3), 236-250.
- Nambu, A. (2004). A new dynamic model of the cortico-basal ganglia loop. *Progress in Brain Research*, 143, 461-466.
- Nieuwboer, A., Rochester, L., Muncks, L., & Swinnen, S. P. (2007). Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. *Parkinsonism & Related Disorders*, 15(Suppl 3), S53-S58.
- Obeso, J. A., Rodríguez-Oroz, M. C., Rodríguez, M., Lanciego, J. L., Artieda, J., Gonzalo, N., & Olanow, C. W. (2008). Pathophysiology of the basal ganglia in Parkinson's disease. *Trends in Neurosciences*, 31(2), BNB ha-78. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.11.001>
- Parent, A., & Hazrati, L. N. (1995). Functional anatomy of the basal ganglia. I. The cortico-basal ganglia-thalamo-cortical loop. *Brain Research Reviews*, 20(1), 91-127.
- Scholz, J., & Johansen-Berg, H. (2008). Neuroimaging in recovery from stroke: insights into plasticity of the human brain. *Neuroscientist*, 14(5), 506-518.
- Wu, T., & Hallett, M. (2005). The influence of normal human ageing on automatic movements. *Journal of Physiology*, 562(Pt 2), 605-615.

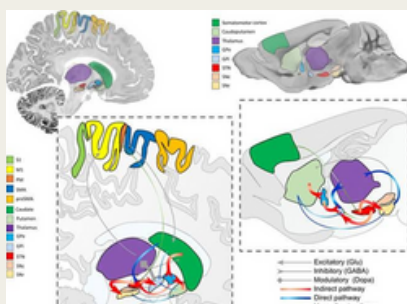
Anexo 1 análisis de imagen.

1. Estructuras representadas (colores según la leyenda):

- Corteza somatomotora: Incluye S1 (sensorial primaria), M1 (motora primaria), PM (premotora), SMA (área motora suplementaria), preSMA.
- Núcleos basales:
 - Caudado y putamen (caudoputamen, verde oscuro)
 - Globo pálido externo (GPe, azul claro)
 - Globo pálido interno (GPi, azul oscuro)
 - Núcleo subtalámico (STN, rojo)
 - Sustancia negra pars compacta (SNc, naranja claro)
 - Sustancia negra pars reticulata (SNr, naranja oscuro)
 - Tálamo (morado)

2. Tipos de conexiones:

- Excitatorias (glutamatérgicas): Flechas grises continuas.
- Inhibitorias (GABAérgicas): Flechas negras.
- Modulatorias dopaminérgicas: Flechas azules celestes.
- Vías específicas:
 - Directa (azul): Facilita el movimiento voluntario.
 - Indirecta (rojo): Suprime movimientos involuntarios.
 - Hiperdirecta (celeste claro): Inhibe rápidamente la salida motora.



3. Función de cada vía:

- Vía directa (M1 → Putamen → GPi/SNr → Tálamo → M1):
 - Disminuye la inhibición talámica para permitir el movimiento.
- Vía indirecta (M1 → Putamen → GPe → STN → GPi/SNr → Tálamo):
 - Aumenta la inhibición sobre el tálamo, disminuyendo el movimiento.
- Vía hiperdirecta (Corteza → STN → GPi/SNr):
 - Rápida supresión de señales motoras inadecuadas.

4. Implicaciones clínicas:

- Enfermedad de Parkinson: Degeneración de la SNc, lo que reduce la dopamina en el putamen, afecta el equilibrio entre las vías directa e indirecta, y resulta en hipocinesia.
- Trastornos del control motor: Distonías, corea, parkinsonismo, etc., dependen del desequilibrio en estas rutas.



IMAGEN 1



IMAGEN 2



IMAGEN 3



IMAGEN 4



IMAGEN 5

Imágenes 2,3,4,5 implementación de metodología BNB en infante con daños cerebro motor.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

CORRELACIÓN DEL TRABAJO ÓCULOMOTOR, LINGUAL Y MAXILAR EN LA INTEGRACIÓN DE CIRCUITOS CORTICALES EN DAÑO NEUROLÓGICO: FUNDAMENTACIÓN NEUROFISIOLÓGICA Y APLICACIÓN EN LA METODOLOGÍA BNB

Desarrollo

Resumen

El control y la coordinación de los sistemas óculomotor, lingual y maxilar desempeñan un papel fundamental en la activación de circuitos cerebrales vinculados al equilibrio, la orientación espacial, el procesamiento sensorial y la modulación autónoma. En este trabajo se describe la correlación funcional de estos sistemas en el contexto del daño neurológico, su base neurofisiológica, y su aplicación terapéutica como estrategia de activación y reorganización cortical dentro de la metodología BNB (Base Neurológica del Comportamiento), específicamente en su fase preparatoria de estimulación óculo-maxilo-lingual. Se abordan las conexiones anatómicas, las redes implicadas, su influencia sobre los bloques cerebrales de Luria, y la evidencia científica que respalda esta integración como un recurso de rehabilitación neurofuncional multisistémica.

Introducción

Entrenar los ojos, la lengua y la mandíbula de forma conjunta puede tener una profunda influencia sobre el rendimiento mental y la regulación del sistema nervioso. Esta triada neurofuncional, aunque muchas veces subestimada en la práctica clínica, está profundamente entrelazada con estructuras clave del tronco encefálico, el sistema reticular activador ascendente, los núcleos motores craneales y las redes corticales de integración sensoriomotora. Su activación controlada permite liberar al sistema nervioso de patrones protectores de tensión crónica, frecuentemente instaurados tras eventos neurológicos como traumatismos, hipoxia, accidentes cerebrovasculares o alteraciones del neurodesarrollo. Diversas investigaciones han demostrado que los movimientos dirigidos de los ojos, la protrusión y movilidad lingual y la modulación mandibular generan respuestas coordinadas que no solo mejoran la motricidad oral y la visión funcional, sino que también impactan positivamente en la atención, el equilibrio, la postura y la cognición. La práctica clínica y la neurorehabilitación contemporánea apuntan hacia una integración multisensorial de estos elementos como vía de activación cerebral funcional, especialmente útil en estadios iniciales del proceso terapéutico.

La arquitectura neurofisiológica que vincula los sistemas óculomotor, lingual y maxilar con el sistema nervioso central responde a un diseño evolutivo que prioriza la eficiencia sensoriomotora para funciones vitales. El sistema óculomotor, cuyo control reside en núcleos del mesencéfalo como el oculomotor (III), troclear (IV) y abducens (VI), participa en la ejecución de movimientos sacádicos, de persecución y de fijación, vinculándose con estructuras como el colículo superior, el núcleo intersticial de Cajal y la formación reticular pontina paramediana (PPRF) (Leigh & Zee, 2015). Estas conexiones se extienden al cerebelo, particularmente a través del vermis y los núcleos fastigiales, y se integran con la corteza cerebral en áreas como los campos oculares frontales (FEF), la corteza parietal posterior y el área intraparietal lateral (LIP), encargadas del planeamiento y la atención visuoespacial (Berthoz, 1997).

Por su parte, el sistema lingual y maxilar está regulado por los núcleos motores del hipogloso (XII), trigémino (V) y facial (VII), los cuales se proyectan hacia la corteza motora primaria, la ínsula, el opérculo frontal y el área motora suplementaria. Su integración funcional participa en tareas complejas como la deglución, la fonación, la respiración rítmica y la regulación autonómica (Barkmeier-Kraemer & Clark, 2010). La lengua, en particular, actúa como un órgano sensorimotor de alta densidad nerviosa que puede activar reflejos centrales desde el tronco encefálico hasta estructuras límbicas como la amígdala y el hipotálamo, modulando el tono vagal y la homeostasis autonómica (Kobayashi et al., 2011).

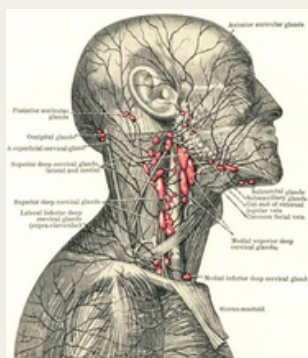
Estas estructuras convergen en centros integradores como el tálamo, los ganglios basales y el cerebelo, cuya función es coordinar la respuesta sensorial, automatizar patrones motores y facilitar la integración cortical. Esta red funcional, cuando es activada sinérgicamente mediante tareas combinadas de movilidad ocular, lingual y mandibular, potencia la excitabilidad cortical, la sincronización hemisférica y la reorganización neuroplástica en pacientes con daño neurológico (Pascual-Leone et al., 2005; Murata et al., 2022).

Este principio ha sido incorporado formalmente en la metodología BNB (Base Neurológica del Comportamiento), una estrategia terapéutica de neurointervención desarrollada por profesionales mexicanos liderados por el Dr. H.C. Cohutec Vargas Genis. Dentro de su fase preparatoria, se trabaja la Estimulación Óculo-Maxilo-Lingual como eje de activación de los circuitos subcorticales y corticales implicados en la modulación del tono postural y la entrada sensorial organizada. Esta estimulación busca activar de manera simultánea el bloque funcional I de Luria, correspondiente al tallo cerebral y sistema reticular, facilitando con ello la regulación cortical basal para las tareas posteriores.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.

En esta etapa, se proponen ejercicios específicos como movimientos sacádicos y de seguimiento ocular cruzado, combinados con protrusión, retracción y lateralización lingual, así como activaciones mandibulares en patrones rítmicos y coordinados con respiración diafragmática. Estas acciones provocan aferencias trigeminales, vestibulares y propioceptivas que estimulan redes frontoparietales, temporales y cerebelosas, preparan la corteza para un procesamiento eficiente de la información y favorecen la neuroplasticidad funcional (Shumway-Cook & Woollacott, 2017; Ayres, 2005).

En pacientes con trastornos del espectro autista, parálisis cerebral, afasia motora o daño neurológico adquirido, se ha observado que esta activación sinérgica mejora la regulación emocional, el estado de alerta, la coordinación motora fina, el enfoque visual y la integración sensorial, sentando una base sólida para la aplicación posterior de tareas cognitivas, motoras y conductuales de mayor complejidad (Ramsay et al., 2013).



Conclusiones

La estimulación integrada de los sistemas óculomotor, lingual y maxilar constituye una herramienta neuroterapéutica con un alto valor clínico en el abordaje del daño neurológico. Su efecto sobre el sistema reticular, los núcleos craneales, las redes corticales y las estructuras límbicas permite reorganizar patrones disfuncionales, activar redes infralimitadas y preparar al sistema nervioso para una rehabilitación multisistémica eficiente.

La metodología BNB, al incorporar la estimulación óculo-maxilo-lingual en su fase preparatoria, se posiciona como una propuesta científicamente fundamentada que potencia la neuroplasticidad, la modulación del tono y la integración funcional desde una perspectiva multisensorial. Su aplicación representa un puente entre la deprivación sensorial y la integración sensorial dirigida, favoreciendo la construcción de una base neurológica sólida para el comportamiento funcional y adaptativo del individuo.

Referencias bibliográficas

- Ayres, A. J. (2005). *Sensory Integration and the Child*. Western Psychological Services.
- Barkmeier-Kraemer, J. M., & Clark, H. M. (2010). Speech and swallowing disorders in stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 21(1), 157-171.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Odile Jacob.
- Hirano, Y., Obata, T., Kashikura, K., Nonaka, H., Tachibana, A., Ikehira, H., & Yoshikawa, K. (2008). Effects of chewing on cognitive processing speed. *Brain and Cognition*, 68(2), 368-375.
- Kobayashi, M., Watanabe, K., Hoshino, Y., & Tominaga, K. (2011). Autonomic nervous system responses during voluntary tongue movement. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31(6), 452-457.
- Leigh, R. J., & Zee, D. S. (2015). *The Neurology of Eye Movements*. Oxford University Press.
- Murata, K., et al. (2022). Orofacial sensorimotor integration in cortical and subcortical structures: A functional connectivity study. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 921402.
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., & Merabet, L. B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377-401.
- Ramsay, M., Morel-Kopp, M. C., & Ward, C. (2013). Oromotor therapy and brain reorganization in post-stroke aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 26(6), 678-693.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins

OFERTA ACADÉMICA 2026 ONLINE



20% OFF

**CERTIFICACIÓN EN
MANEJO DE LA
SELECTIVIDAD
ALIMENTARIA EN TEA**

incri a.c.
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN INTEGRAL

Hasta un 90% de los niños con TEA presentan selectividad ALIMENTARIA

**FEBRERO 2026: 7, 8, 14 Y 15
10:00AM-15:00PM - TIEMPO DE LA CDMX-
MODALIDAD ONLINE**

¡INSCRÍBETE AHORA! ☎ 244-115-25-33
✉ incrivinculacion@gmail.com

Diplomado en

**LUDOTERAPIA
SENSORIAL**

incri a.c.
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN INTEGRAL

Este diplomado une la ciencia y la creatividad. Combina el enfoque clínico y educativo para formar profesionales capaces de diseñar espacios, actividades y programas que impulsen el desarrollo integral desde lo sensorial y lo lúdico.

**INICIAMOS
12 DE ABRIL 2026
ONLINE**

¡INSCRÍBETE AHORA!

☎ 244-115-25-33
✉ incrivinculacion@gmail.com

25% OFF

Diplomado en

**MANEJO MULTISISTÉMICO
DEL TEA**

Modalidad Online

Descubre el enfoque multisistémico del TEA: Una mirada integral que comprende y atiende sus causas, no solo sus conductas.

**Inicia: 23 de Mayo 2026
¡Inscríbete ahora!**

incri a.c.
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN INTEGRAL

**25% OFF EN
TODO EL
DIPLOMADO**

☎ 244-115-25-33
✉ incrivinculacion@gmail.com

incri a.c.
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN INTEGRAL

**DIPLOMADO EN
NEUROREHABILITACIÓN
PEDIÁTRICA**

**-ONLINE-
06 de Junio 2026**

Con certificación en:
**Método B.N.B.
Técnica N.P.C.
& especialización en
neurorehabilitación**

**20% DE DESCUENTO
EN INSCRIPCIÓN,
MENSUALIDAD
CONSEJALADA SIN IVA**
(sólo inscripción y mensualidad)

☎ 244-115-25-33
✉ incrivinculacion@gmail.com

¡INSCRIBETE YA!

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA REHABILITACION INTEGRAL INCRI A.C.