

EL MAESTRO COMO MODELADOR DEL CEREBRO. VAMOS DEL LABORATORIO AL AULA

THE TEACHER AS A MODELER OF THE BRAIN. LET'S GO FROM
THE LABORATORY TO CLASSROOM

Vivian Reigosa-Crespo*

*Centro de Neurociencias de Cuba - vivianr@cneuro.edu.cu

Palabras Clave

neurociencias

educación

aprendizaje

proceso neurocognitivo

políticas educativas

Resumen

Se conoce que existen redes neuronales específicas responsables de capacidades básicas que están estrechamente relacionadas con el aprendizaje de las matemáticas y la lectura. Estas capacidades se observan muy temprano en los bebés y son parte del *kit inicial* para entender números o palabras escritas. Este hallazgo constituye un conocimiento *usable* derivado de la investigación con implicaciones importantes para la educación. Por una parte, apoya la estrategia de capitalizar esas capacidades durante la instrucción en el proceso de enseñanza y de aprendizaje siempre que sea posible. Por otra parte, usando herramientas teóricamente basadas, los maestros pueden ser muy susceptibles para detectar diferencias individuales en las trayectorias del desarrollo de dichas capacidades en los estudiantes. Con la práctica cotidiana, los maestros se convierten en agentes modeladores del cerebro de sus estudiantes por excelencia. En línea con este razonamiento, se fundamenta en este trabajo un programa basado en la escuela que se focaliza en el desarrollo de las capacidades neurocognitivas de los estudiantes.

Key words

neurosciences

education

learning

neurocognitive capacity

educational policy

Abstract

Nowadays, there is robust evidence about the existence of specific brain networks responsible to basic capacities, which are close related with maths and reading learning. These capacities may function as part of the *starter kit* for understanding numbers or written words and they are conceived to be executed by domain-specific and genetically controlled system (Butterworth y Reigosa-Crespo, 2007). This finding constitutes a real *usable knowledge* derived from neuroscience's research with important implications for education. On the one hand, it supports the strategy of capitalize on these neurocognitive capacities whenever possible during the instruction. On the other hand, using adequate tools, teachers could be very sensible to detect individual differences in the developmental trajectories of these capacities in the students. Teachers are among the best cognitive enhancer on the world, changing students' brain on a daily basis to acquire literacy, numeracy, and reasoning skills. In line with this, appropriate school-based interventions focusing on a neurocognitive approach are promissory for enhancing the learning potential in typical and also atypical developing children.

Parte I. Cerebro, cognición y aprendizaje

Ernesto tiene 9 años, está en cuarto grado. Cuando comienza la clase de matemáticas se pone nervioso, quisiera escapar, sus manos sudan y apenas puede atender la explicación que da la maestra. Pero el problema con los números no es solo en la clase. Cuando los domingos va a comprar el pan, su madre le debe dar el costo exacto pues de lo contrario, no tiene idea de cuánto le deben devolver. No conoce bien el reloj y le resulta muy difícil saber la hora. Muchas veces llega tarde o muy temprano a los lugares porque no puede determinar si es cerca o lejos y estimar cuánto tiempo va a demorar.

Sus padres y su maestra están muy preocupados. Perciben el problema, pero no conocen las causas ni cómo actuar. Le piden que haga más ejercicios de matemáticas, que practique mucho. Piensan que es un poco *vago* aunque sorprendentemente a Ernesto le va bien en el colegio con el resto de las materias.

Hoy día sabemos que tres o cuatro estudiantes por cada cien que reciben educación primaria sufren lo mismo que Ernesto. Por tanto, no es un problema infrecuente. A otros estudiantes les cuesta lidiar con los sonidos del lenguaje, no pueden hacer rimas ni otras manipulaciones fonológicas de las palabras y leen entonces con mucha dificultad; mientras otros no se pueden concentrar y son impulsivos durante la clase y esto también les impide aprender bien. ¿Cuál pudiera ser el origen de estas dificultades? Las capacidades neurocognitivas tienen parte de responsabilidad.

Las capacidades neurocognitivas: interfaz entre el cerebro y el aprendizaje

Al nacer, el cerebro dispone de más de 85 billones de neuronas que establecen entre sí patrones de conexión y desconexión los cuales dan lugar a redes neuronales altamente eficaces y especializadas a lo largo de la vida.

En las redes neuronales se transmite información electroquímica de forma sincronizada entre las neuronas lo que da lugar a las *representaciones* mentales. Este mecanismo es la base biológica de todos los procesos mentales que el ser humano realiza.

Nacemos equipados con redes neuronales específicamente dedicadas a capacidades básicas que permiten representarnos tanto las entidades del mundo perceptible (ejemplo: objetos animados e inanimados) como aquellas que son más abstractas (cantidades numéricas y formas geométricas (Spelke y Kinzler, 2007).

Estas capacidades nucleares son el andamiaje sobre el cual ocurre la adquisición cultural del conocimiento. Por tanto, ellas juegan un rol importante en el aprendizaje escolar (Butterworth y Kovas, 2013).

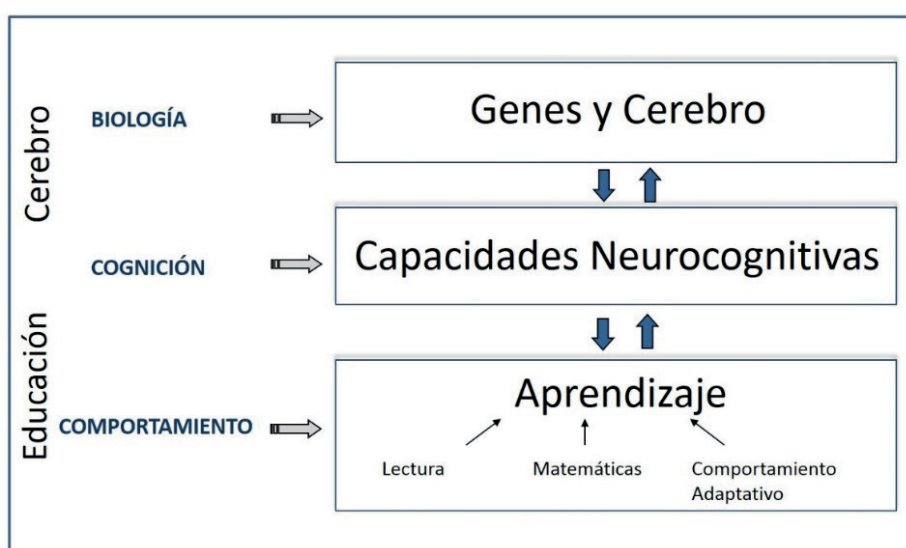
De esta manera, el aprendizaje de las matemáticas se construye sobre la capacidad para manipular magnitudes numéricas, estimar cantidades numéricas grandes de forma aproximada; así como para determinar exactamente la cantidad de elementos que hay en conjuntos pequeños sin contar lo cual se denomina subitización (Butterworth y Reigosa-Crespo, 2007; Halberda, Mazzocco, y Feigenson, 2008). Las redes neuronales especialmente dedicadas al procesamiento de las magnitudes numéricas se encuentran situadas fundamentalmente en las regiones parietales de ambos hemisferios cerebrales y más específicamente en el surco intraparietal.

El aprendizaje de la lectura depende de la *conciencia fonológica*, es decir, de la capacidad de nuestro cerebro para distinguir y representar la estructura de sonidos del lenguaje. El desarrollo de esta capacidad puede ser evaluado a través de tareas muy simples que implican la manipulación consciente de estos sonidos, por ejemplo: rimas, aliteraciones, omisiones/sustituciones de fonemas, etc. Estudios

de imágenes cerebrales han mostrado que la actividad de la corteza temporal posterior inferior del hemisferio izquierdo se modula por el nivel de desarrollo de las capacidades fonológicas presentes en los estudiantes.

Pero esta influencia no ocurre en una sola dirección (ver figura 1). El aprendizaje a su vez, condiciona el desarrollo de las capacidades neurocognitivas al provocar cambios (número de conexiones, cantidad de neuronas, etc.) en las redes neuronales responsables (Butterworth y Kovas, 2013). Hoy día hay avances importantes en el conocimiento acerca de cómo ocurre este desarrollo, la posibilidad de potenciarlo, así como el origen de sus alteraciones y cómo modificarlas. La figura 1 muestra la interacción entre los diferentes niveles: cerebro-cognición- aprendizaje.

Figura 1. La relación entre los niveles cerebro, cognición y aprendizaje.



Los signos de alerta en el desarrollo neurocognitivo.

Un estudiante que no ha desarrollado las capacidades numéricas básicas se enfrenta al aprendizaje de las matemáticas sin tener claro el concepto de número. A partir de las exigencias escolares, pudiera comenzar a manifestar problemas en tres aspectos, fundamentalmente: a) la recuperación de los hechos numéricos (adiciones o multiplicaciones de pares de dígitos simples. Por ejemplo, las tablas de multiplicar y las adiciones simples: "4+3", "6+2"), b) el uso de procedimientos eficaces para solucionar los problemas matemáticos y c) el agarre de los conceptos matemáticos. La dificultad se va haciendo mayor en la medida que aumenta la complejidad de los planes de estudio.

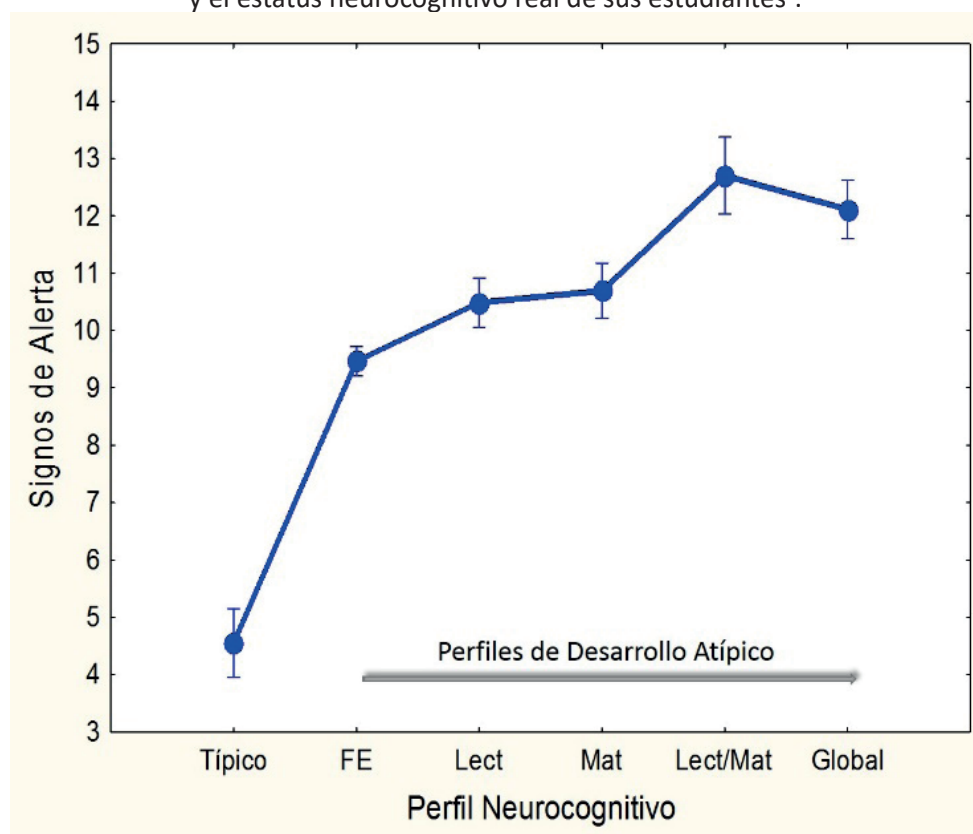
De manera similar, si un estudiante no desarrolla la *conciencia fonológica* es muy probable que se enfrente al aprendizaje de la lectura sin haber logrado captar el *principio alfabético* es decir, sin entender que las letras individuales y los patrones de letras representan los sonidos y palabras del lenguaje oral. Esto afectará sus procesos de codificación lectora lo cual producirá a su vez, un efecto negativo sobre la comprensión de lo que lee.

El conocer acerca de la existencia de una asociación entre las capacidades neurocognitivas y el aprendizaje ha abierto una ventana de oportunidad interesante para la detección temprana de signos de alerta de que algo no va bien con el desarrollo de estas capacidades. También para la realización de intervenciones oportunas aprovechando el potencial de reorganización o plasticidad del cerebro de los estudiantes.

Y continuando con las buenas noticias, los maestros pueden funcionar como *detectores* eficaces de estos

signos de alerta y lo pueden hacer independientemente de los años de experiencia profesional, de la cantidad de estudiantes que hay en la clase, así como del ambiente rural o urbano en el cual enseñan. Un estudio nacional realizado en Cuba, en colaboración con el Ministerio de Educación lo demuestra. Neurocientíficos educacionales del Centro de Neurociencias de Cuba crearon un cuestionario dirigido a los maestros de educación primaria basado en comportamientos observables en los estudiantes que son alertas de posibles dificultades en el desarrollo de las capacidades neurocognitivas. En el estudio participaron 805 maestros de 270 colegios ubicados en áreas urbanas y rurales de todas las provincias del país. Cada maestro reportó las alertas identificadas en los estudiantes de su clase. Como se observa en la figura 2 existe una relación entre la cantidad de signos de alerta identificados por los maestros y el estado neurocognitivo real de sus estudiantes; el cual fue evaluado, de forma independiente, a través de baterías de pruebas desarrolladas también en el Centro de Neurociencias de Cuba. Los maestros identificaron muy pocas alertas en los estudiantes que tenían un desarrollo típico de las capacidades neurocognitivas y muchas alertas en aquellos con trayectorias de desarrollo atípicas. Mientras más atipicidad mayor cantidad de signos de alerta. Así, por ejemplo, los estudiantes que mostraron trayectorias del neurodesarrollo atípicas relacionadas con el aprendizaje de la lectura de conjunto con las asociadas al aprendizaje matemático (perfil Lect/Mat en el gráfico) tuvieron la cantidad mayor de signos de alerta según sus maestros.

Figura 2. Relación entre los signos de alerta que los maestros identificaron y el estatus neurocognitivo real de sus estudiantes¹.



Signos de alerta e inclusión educativa. Retos

La detección de signos de alerta por parte de los educadores es una estrategia poderosa para comenzar, desde muy temprano, una intervención dirigida a potenciar el desarrollo neurocognitivo de los estudiantes. Sin embargo, esto no va a ocurrir de forma espontánea. Primero hay que cambiar el enfoque en lo que está establecido respecto a cómo formar a los maestros, comunicándoles de forma

efectiva el conocimiento acerca del desarrollo del cerebro y su relación con la cognición y el aprendizaje. Por ejemplo, entre los maestros existe poco entendimiento acerca de las dificultades en el aprendizaje causadas por un desarrollo atípico del cerebro y sigue siendo muy frecuente el punto de vista de que estas dificultades tienen un origen esencialmente social.

Por otra parte, aumentar el conocimiento del maestro acerca del poderoso rol que juegan sus propias expectativas sobre la adquisición de las competencias de cada uno de sus estudiantes podría ayudar a evitar las potenciales desventajas asociadas a la identificación temprana de signos de alerta; mientras que el aumento de la conciencia pública acerca de estas dificultades podría reducir el peligro de estigmatización.

Del mismo modo, las diferencias individuales en el desarrollo neurocognitivo deberán ser vistas como oportunidades para aprender más que problemas que deben ser arreglados (IBE-UNESCO, 2016). Estas diferencias pueden proveer oportunidades para experimentar con nuevas vías, con nuevos métodos que involucren a toda la clase en las actividades. El aprendizaje cooperativo es uno de ellos. A través de él, los maestros pueden desarrollar estrategias para beneficiar a todos los estudiantes puesto que lleva implícito un reconocimiento de que cada uno tiene la capacidad de contribuir al aprendizaje del otro. Además, el soporte estudiante – estudiante permite enfrentar el reto de la atención a la individualidad en contextos educativos difíciles debido a la carencia de recursos humanos, aulas con exceso de estudiantes, etc. Esta estrategia aún está subutilizada; sin embargo, implementada correctamente, podría aumentar considerablemente las oportunidades de aprendizaje de todos los miembros de la clase aprovechando la riqueza que aportan sus individualidades.

Las principales metas a alcanzar se resumen en:

- Formar a los maestros para la comprensión de la relación cerebro-cognición-aprendizaje tomando en cuenta las diferencias individuales respecto a las trayectorias del desarrollo neurocognitivo y el aprendizaje.
- Concientizar al maestro acerca del rol de sus expectativas para la adquisición de las competencias académicas por parte de los estudiantes
- Concientizar a la opinión pública acerca de la naturaleza de las dificultades originadas por trayectorias atípicas en el desarrollo neurocognitivo
- Promover el uso en el aula de estrategias inclusivas para la atención a la diversidad en el desarrollo neurocognitivo y el aprendizaje. Probar la eficacia de estas estrategias

Parte II. Agenda 2030: Implementando los resultados de las Neurociencias

Desde 2000 se han logrado avances significativos en la garantía del derecho a la educación básica, en el marco de la Educación para Todos (EPT) y de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (*Scientific and Cultural Organization United Nations Educational*, 2015). Sin embargo, estos objetivos siguen siendo un esfuerzo inconcluso. Por esta razón, la agenda educativa se renovó con objetivos hasta 2030 y con aspiración de abordar eficazmente los desafíos actuales y futuros de la educación global y nacional (*Scientific and Cultural Organization United Nations Educational*, 2015).

Posteriormente, en la Cumbre de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, los Estados Miembros adoptaron formalmente el Programa 2030 para el Desarrollo Sostenible. La Agenda reconoce el importante papel de la educación y el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4 (ODS 4) dice: “Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa y promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos” (*Nations*, 2016). Con el fin de orientar el cumplimiento de la agenda de Educación 2030, el Marco de Acción de Educación 2030 define 10 metas y propone formas de implementar (*Scientific and Cultural Organization United Nations Educational*, 2015).

Sin embargo, la sostenibilidad del ODS 4 ha sido cuestionada porque hay importantes desafíos y tensiones relacionadas con el mundo que ponen en riesgo la Agenda Educativa 2030. No obstante, se están considerando *nuevos horizontes del conocimiento* para ayudar a lidiar con estos desafíos y

circunstancias adversas, y no es una sorpresa que los avances en la Neurociencias estén incluidos (United Nations Educational, 2016). De hecho, existe el acuerdo de que los hallazgos en las Neurociencias están atrayendo cada vez más el interés de la comunidad educativa que busca entender mejor las interacciones entre los procesos biológicos y el aprendizaje humano. Aunque se reconoce el papel potencial de las Neurociencias para mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje, en la actualidad la oportunidad de tales desarrollos para informar a las políticas educativas es realmente cuestionada (United Nations Educational, 2016).

Estableciendo puentes entre la Agenda de Education-2030 y las Neurociencias en la práctica

Los maestros están entre los mejores potenciadores cognitivos en el mundo, modelando el cerebro de los estudiantes sobre una base diaria para adquirir la lectura y la escritura, la aritmética y las habilidades de razonamiento (Butterworth, Varma, y Laurillard, 2011). Por esta razón, el aula puede convertirse en un escenario adecuado para las intervenciones basadas en los hallazgos de las Neurociencias para mejorar el potencial de aprendizaje en los estudiantes.

¿Por qué implementar programas basados en la escuela con este enfoque?

Razón 1. Las evidencias que aportan las Neurociencias

Hoy día, hay pruebas sólidas sobre la existencia de redes cerebrales específicas responsables de capacidades básicas que están estrechamente relacionadas con el aprendizaje de las matemáticas y la lectura. Estas capacidades neurocognitivas pueden funcionar como parte de un *kit inicial* para entender números o palabras escritas y su influencia en el logro de lectura y matemáticas continúa más allá de los primeros grados de la educación primaria. Si estas habilidades no se desarrollan de una manera típica; en consecuencia, pueden producir efectos deletéreos en la adquisición de competencias de lectura y matemáticas de nivel superior (Butterworth *et al.*, 2011).

Estos hallazgos constituyen un conocimiento muy *útil* derivado de la investigación de las Neurociencia con implicaciones relevantes para la educación. Por un lado, apoyan la estrategia de capitalizar las capacidades neurocognitivas siempre que sea posible durante la instrucción. Por otro lado, utilizando las herramientas adecuadas, los maestros pueden ser susceptibles a la detección de diferencias individuales en las trayectorias del desarrollo de las capacidades neurocognitivas en los estudiantes. A través de la comprensión de los procesos subyacentes de aprendizaje, los educadores y los neurocientíficos podrían desarrollar intervenciones neurocognitivas para mejorar la lectura y escritura, la aritmética, el razonamiento y otras habilidades de los estudiantes de manera colaborativa.

Razón 2. Impacto económico

El promedio de años de escolaridad es una medida de educación particularmente incompleta para comparar los impactos del capital humano en las economías de los diferentes países. Supone implícitamente que un año de escolaridad ofrece el mismo aumento de conocimientos y habilidades independientemente del sistema educativo. En cambio, el análisis debe basarse en las habilidades cognitivas medidas durante el período de escolarización.

Un análisis empírico extendido que relaciona el crecimiento económico de largo plazo con las habilidades cognitivas y otros aspectos de las economías nacionales se basó en un conjunto de datos aportados por 50 países (OECD). En este informe, se analizó el crecimiento regional del PIB real per cápita entre 1960 y 2000 frente a las puntuaciones promedio de los exámenes, después de considerar las diferencias en el PIB inicial per cápita en 1960. El resultado sugiere que, dependiendo de los niveles iniciales de ingreso, el crecimiento regional en las últimas cuatro décadas está completamente descrito por las diferencias de los estudiantes respecto a sus habilidades cognitivas. De todos modos, cambiar las escuelas y las instituciones educativas es una tarea difícil. Los países que han intentado reformas de las escuelas a menudo encuentran que los resultados en términos de rendimiento de los estudiantes son relativamente modestos (OECD). Sin embargo, este análisis proporciona elementos acerca de las ganancias potenciales que conlleva desarrollar programas escolares para mejorar el desarrollo neurocognitivo en los estudiantes con vista a su posible impacto sobre el crecimiento económico de las naciones.

Razón 3. Impacto en la trayectoria de vida

Se ha aceptado ampliamente que las dificultades para alcanzar los objetivos del aprendizaje tienen una alta probabilidad de impactar de forma negativa en el transcurso de la vida de los estudiantes. Las dificultades de aprendizaje son consecuencia de múltiples factores, incluyendo pedagógicos, ambientales, socioculturales, de salud, etc. Sin embargo, es posible que el desarrollo neurocognitivo atípico -en asociación o no con otros factores mencionados anteriormente- aumente el riesgo de un impacto negativo en la vida porque es una condición persistente a lo largo del tiempo y también es resistente a las intervenciones pedagógicas tradicionales. Para probar esta hipótesis, recientemente concluimos un estudio de seguimiento de 10 años de estudiantes con dificultades de aprendizaje asociadas al desarrollo neurocognitivo atípico (LD / AND) y de otros estudiantes con dificultades de aprendizaje, pero con desarrollo neurocognitivo típico (LD / TND). Como referencia, reclutamos un grupo de estudiantes sin dificultades para aprender. Se encontró que el grupo LD / AND tenía más riesgo relativo de deserción académica, conductas adictivas, paternidad temprana, abortos y desempleo en comparación con los estudiantes del grupo LD / TND. Estos resultados apoyan la hipótesis inicial y lanzan una advertencia sobre la urgencia de la identificación temprana y la intervención de las desviaciones del desarrollo neurocognitivo durante la edad escolar.

Razón 4. Educación 2030 - Objetivos de la Agenda

Los objetivos de la Agenda 2030 se centran en diez temas importantes relacionados con la educación primaria y secundaria, la primera infancia, la educación técnica, vocacional, terciaria y de adultos, las aptitudes para el trabajo, la equidad, la alfabetización y la aritmética, Desarrollo sostenible y ciudadanía global, instalaciones educativas y entornos de aprendizaje, becas y maestros. La oportunidad de implementar programas basados en la escuela centrados en el desarrollo neurocognitivo puede tener impacto en estos objetivos educativos, directa o indirectamente. La siguiente sección ofrece argumentos para apoyar esta afirmación.

Una propuesta

Un programa centrado en el desarrollo neurocognitivo esencialmente requiere herramientas y diseños sostenibles de acuerdo con los contextos globales y locales. Investigadores del grupo de Neurociencias Educativas del Centro Neurociencias de Cuba han desarrollado herramientas adecuadas para este tipo de programas (Santos-Febles, Reigosa-Crespo, García-Liashenko, Echemendía, Plasencia, Pujols y Eimil, 2015). Estas herramientas consisten en cuestionarios para la identificación de signos tempranos de desarrollo neurocognitivo atípico, y también pruebas para perfilar el estado neurocognitivo individual. Este perfil puede facilitar intervenciones centradas en las diferencias individuales en el aula. Un programa que utiliza estas herramientas tiene cinco características fundamentales:

1. *Ciclo cerrado entre las alertas el perfil neurocognitivo, la intervención y la monitorización.*
Este enfoque significa que el programa implica: i) la identificación de los signos de alerta en estudiantes, ii) el perfil de cada estudiante respecto a sus fortalezas y debilidades en las capacidades neurocognitivas, iii) la intervención personalizada en el aula basada en perfiles neurocognitivos y iv) el seguimiento del progreso del estudiante mediante la reutilización de las herramientas para detectar alertas y obtener perfiles neurocognitivos individuales.
2. *Un enfoque ecológico.*

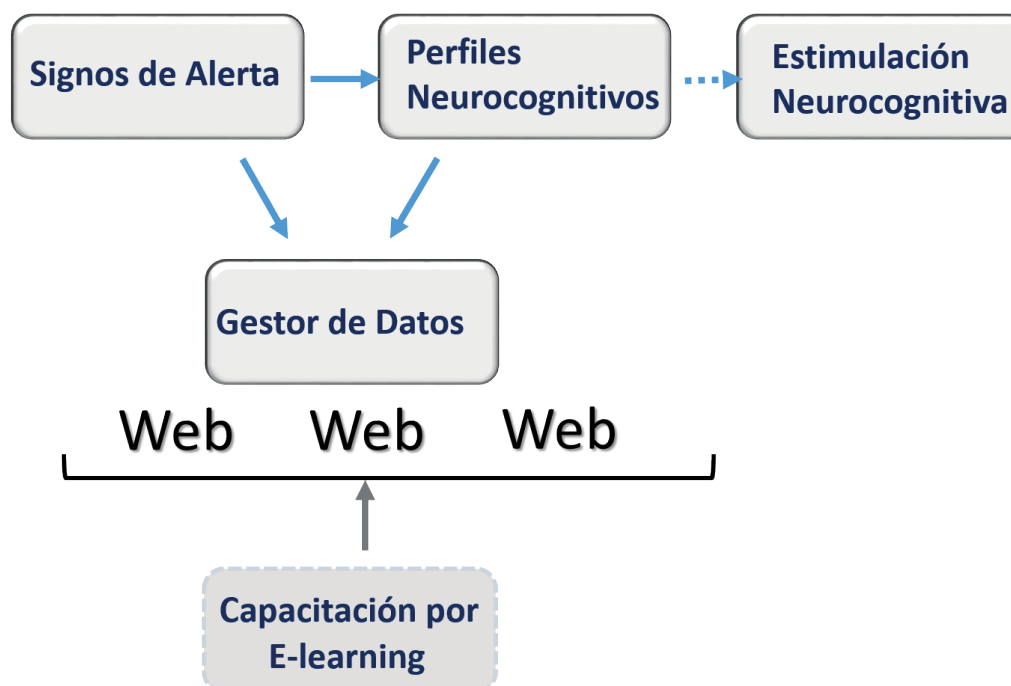
La escuela es el mejor lugar. Este tipo de programa está concebido para funcionar en las escuelas evitando prácticas clínicas que se centran principalmente en el diagnóstico y tratamiento de trastornos. El uso indiscriminado de estas prácticas puede conducir a la estigmatización y la segregación de las personas con necesidades especiales. En el marco de este programa, los profesores que reciben formación en Neurociencias y TIC pueden utilizar las herramientas de detección en dispositivos móviles como *smartphones* o tabletas para identificar alertas en sus estudiantes. Sobre la base de estos primeros signos y también sobre la información resultante de los perfiles neurocognitivos individuales, los maestros

pueden elaborar múltiples estrategias para atender las diferencias individuales en el aula. Este enfoque apoya una perspectiva *ecológica* porque el programa se beneficia de las condiciones naturales del entorno escolar y de las interacciones que ocurren en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, al tiempo que los procesos y resultados educativos pueden ser impactados positivamente como consecuencia de este tipo de programa.

3. *Tomar ventaja de las TIC.*

La UNESCO y la OIE han declarado que la integración de las TIC en el plan de estudios, tanto para la enseñanza, el aprendizaje y su evaluación, es un objetivo principal en relación con la educación hasta 2030 (UNESCO-IBE, 2016). En línea con este esfuerzo, un programa basado en este enfoque aprovecha la disponibilidad actual de las TIC. Las herramientas para detectar alertas se basan en soluciones móviles, mientras que las herramientas para perfilar el desarrollo neurocognitivo son pruebas computarizadas que facilitan la precisión y exactitud en la evaluación. Ambos han sido desarrollados como aplicaciones cliente-servidor (Santos-Febles et al., 2015). Asimismo, la formación de los maestros en los temas relacionados con las Neurociencias y la educación está diseñada en un entorno *e-learning* (figura 3). La intervención incluye estrategias para asistir a las diferencias individuales en el aula y también, el entrenamiento neurocognitivo mediante videojuegos teóricamente basados.

Figura 3. Las herramientas de los programas escolares para potenciar el desarrollo neurocognitivo de los estudiantes se basan en las TIC.



4. *Capacitar a los maestros.*

Este programa puede impulsar la capacitación del maestro de dos maneras. Por un lado, ellos adquieren conocimientos sobre la neurobiología del aprendizaje, el desarrollo neurocognitivo de los alumnos y su relación con la lectura y la aritmética y también cómo este conocimiento puede influir en su praxis como docente. Por otra parte, los maestros adquieren habilidades para utilizar las TIC como parte del proceso educativo.

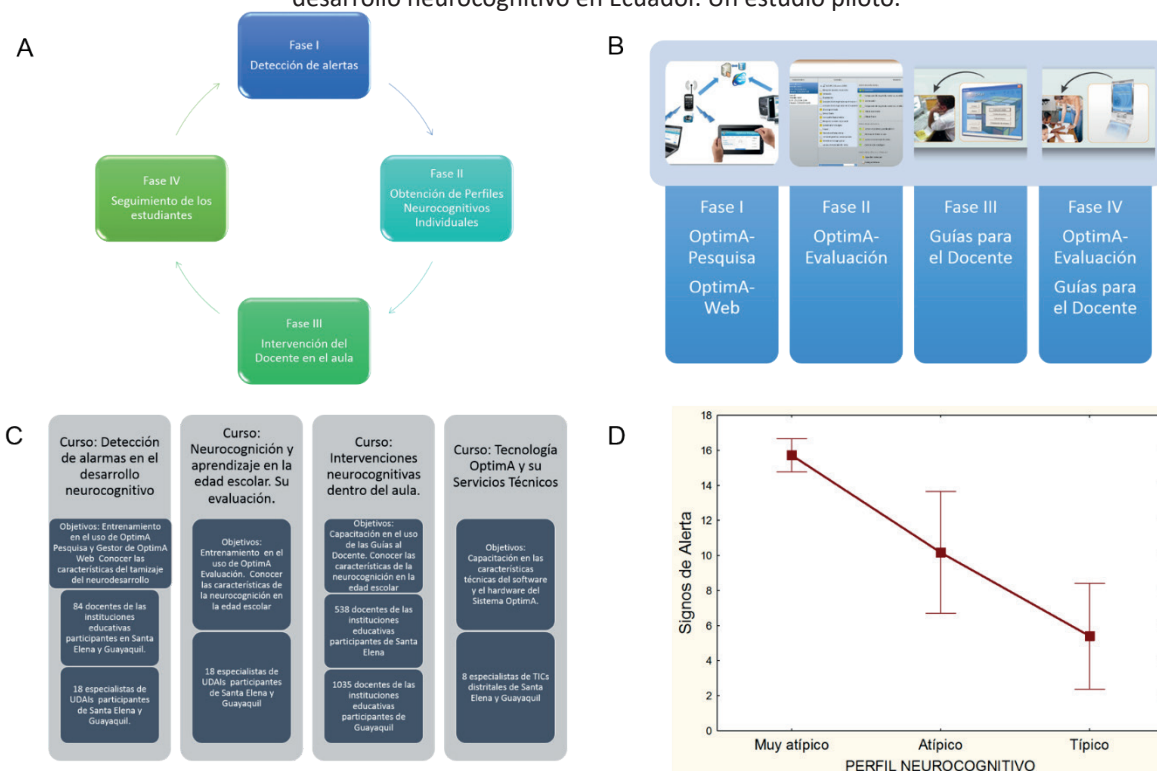
5. Intervención inclusiva

Identificar alertas en el desarrollo neurocognitivo puede ser una manera poderosa de producir intervenciones oportunas y bien dirigidas. Sin embargo, los educadores deben entender las relaciones entre el cerebro, la cognición y el aprendizaje a fin de manejar las diferencias individuales en el desarrollo neurocognitivo en entornos educativos. Las estrategias más eficaces podrían ser aquellas en las que las diferencias individuales se consideren oportunidades más que problemas que deben abordarse. En este sentido, las diferencias pueden proporcionar al maestro oportunidades para experimentar con estrategias que involucren a todos los estudiantes en actividades significativas. El aprendizaje cooperativo es uno de ellas, por ejemplo.

Una implementación de la propuesta en curso

El Ministerio de Educación del Ecuador en colaboración con la CNEURO está llevando a cabo un estudio piloto que ha involucrado a 20.030 estudiantes y 1.598 maestros y otros profesionales de la educación. El objetivo principal es evaluar el impacto de este tipo de programas sobre los logros en el aprendizaje de los estudiantes. En la actualidad, el estudio aún está en marcha, pero se han concluido acciones relacionadas con la formación de profesores y la detección de alertas. En la Figura 4 se muestran las fases del programa (A), las herramientas utilizadas en cada fase del programa, (B), los cursos de formación para los maestros (C) y la relación entre las alertas identificadas por los maestros y los perfiles neurocognitivos (D). Mientras mayor es el número de alertas más atípico resulta ser el desarrollo de las capacidades neurocognitivas de los estudiantes. Esta relación es muy significativa, al punto que solo en raras ocasiones el maestro no detecta con precisión las alertas

Figura 4. Implementación de un programa para la protección del desarrollo neurocognitivo en Ecuador. Un estudio piloto.



Conclusiones

Algunos resultados provenientes de las Neurociencias Cognitivas constituyen un *conocimiento utilizable* para la educación. Los educadores y los neurocientíficos pueden desarrollar intervenciones para los estudiantes que contribuyan a potenciar el aprendizaje de la lectura, la aritmética, el razonamiento y otras habilidades. Un programa basado en este enfoque puede constituir una oportunidad para cerrar la brecha que hoy existe entre las conclusiones derivadas de los experimentos en el laboratorio y las políticas y prácticas educativas. Esta afirmación se apoya en las características clave del enfoque que se defiende en este artículo: el aula como el mejor escenario y el maestro como el mejor actor para la realización de este tipo de programa, el uso intensivo de las TIC, la formación en tópicos relacionados con la neurobiología del aprendizaje así como la promoción de una intervención inclusiva teóricamente guiada y apoyada en las evidencias. La implementación de un programa desde la propia escuela para potenciar el desarrollo neurocognitivo de los estudiantes puede ser una estrategia eficaz en el largo camino hacia el logro de los objetivos del Programa de Educación 2030.

Notas

1. Desarrollo típico de la Neurocognición (Típico); desarrollo atípico de las Funciones Ejecutivas (FE), de las capacidades neurocognitivas para lectura (Lect), para matemáticas (Mat), para lectura y matemáticas (Lect/Mat) y global (FE/ Lect/Mat)

Referencias

- Butterworth, B., y Kovas, Y. (2013). Understanding Neurocognitive Developmental Disorders Can Improve Education for All. *Science*, 340(6130), 300-305. doi:10.1126/science.1231022
- Butterworth, B., y Reigosa-Crespo, V. (2007). Information processing deficits in dyscalculia. In D. B. Berch y M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (pp. 65-81): Baltimore, MD: Paul H. Brookes.
- Butterworth, B., Varma, S., y Laurillard, D. (2011). Dyscalculia : From Brain to Education. *Science*, 332. doi:10.1126/science.1201536
- Halberda, J., Mazzocco, M. M. M., y Feigenson, L. (2008). Individual differences in nonverbal number acuity predict maths achievement. *Nature*, 455, 665-668.
- Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, (2016).
- OECD. *The High Cost of Low Educational Performance*: OECD Publishing.
- Santos-Febles, E., Reigosa-Crespo, V., García-Liashenko, K., Echemendía, A., Plasencia, E., Pujols, G., y Eimil, E. (2015). A System to Support Regional Screening Programs to Identify School-age Children at Risk of Neurodevelopmental Disorders. *51*, 1469-1473. doi:10.1007/978-3-319-19387-8_358
- Spelke, E. S., y Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10, 89-96. doi:10.1111/j.1467-7687.2007.00569.x
- UNESCO-IBE. (2016). *Intentional ICT: Curriculum, education and development*. Retrieved from Geneva, Switzerland:
- United Nations Educational, S. a. C. O. (2015). *Education for all 2000-2015 : achievements and challenges*. Paris UNESCO Publishing.
- United Nations Educational, S. a. C. O. (2015). *Rethinking Education. Towards a global common good?* Paris: UNESCO.
- United Nations Educational, S. a. C. O. (2016). *Education for people and planet: Creating sustainable future for all*. In.