



Historia y alcance de una disciplina emergente: la Neuroeducación

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Montevideo

2024

NOMBRE: Valentina Scarabotto

C.I: 5 123 637-1

FECHA: Octubre 2024

TUTORA: Verónica Nin

REVISOR: Alejandro Maiche

Índice

Breve recorrido histórico de la neuroeducación.....	6
Desarrollo de la neuroeducación en la Universidad de la República.....	11
Relación entre neurociencia y educación: aspectos conceptuales y metodológicos.....	13
Las ciencias cognitivas.....	16
Procesos cognitivos implicados en el aprendizaje.....	17
Percepción.....	17
Atención.....	18
Memoria.....	20
Funciones ejecutivas.....	22
Emociones.....	22
Motivación.....	23
Los pilares del aprendizaje según Dehaene.....	23
Ejemplo de una intervención basada en principios de la Neuroeducación.....	25
Conclusiones.....	27
Referencias bibliográficas.....	29

1. Introducción

A nivel global se ha instalado un debate acerca de cómo mejorar los aprendizajes en los contextos de educación formal. Nuestro país no escapa a esta situación (Battro et.al., 2016). En este sentido, distintos informes del Instituto Nacional de Evaluación Educativa de los últimos años presentan algunos datos que interpelan al sistema educativo de nuestro país. Los resultados obtenidos a través de Aristas -la evaluación nacional de logros educativos que se aplica en tercero y sexto de educación primaria, y en noveno de educación media- dan cuenta sistemáticamente de la distancia entre los objetivos planteados por el sistema educativo y los logros efectivamente alcanzados por el estudiantado. En los informes sucesivos del Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEEd] se plantea una preocupación constante por no haber alcanzado las metas propuestas para el período.

Los informes de las pruebas Aristas de los años 2017 a 2022 (INEEd, 2018, 2020, 2021 y 2023) dejan en evidencia una brecha importante entre los objetivos planteados para las áreas de lectura y matemática y los resultados alcanzados. Sin embargo, este resultado global esconde una tendencia que atraviesa a todas las áreas evaluadas: la incidencia del nivel socioeconómico en el desempeño. En este sentido, aunque la distancia entre objetivos y logros es un desafío del sistema en su conjunto, los datos que desarrollaremos en los siguientes párrafos muestran sistemáticamente que los estudiantes de centros educativos de nivel socioeconómico bajo, alcanzan logros menores que sus pares de centros educativos de nivel socioeconómico alto.

El informe del año 2018 que recoge los resultados de las pruebas Aristas tomadas en el año 2017 (INEEd, 2018) presenta los logros educativos alcanzados por los estudiantes que cursan primaria. Los resultados en el desempeño en lectura indican que casi la mitad de estudiantes de tercer año (INEEd, 2018, p. 140) y alrededor de la quinta parte de los estudiantes de sexto año (INEEd, 2018, p.165) se encuentran en los dos niveles más bajos de desempeño. En cuanto a los desempeños en matemática, se observa que el 50% de los estudiantes de tercer año (INEEd, 2018, p. 200) y un tercio de los de sexto año (INEEd, 2018, p. 229) se encuentran en los 2 niveles más bajos de desempeño.

En el informe publicado en el 2020 se presentan los resultados de las pruebas Aristas tomadas en el año 2018, correspondientes a los datos del desempeño de estudiantes de tercer año de secundaria. En matemática, se observa que el 63% de los estudiantes están en los niveles más bajos de rendimiento (INEEd, 2020, p.242). Por otro lado, en lectura, el 22% de los estudiantes no alcanzan los niveles de comprensión de lectura mínimos necesarios para su nivel (INEEd, 2020, p.202).

En el informe de las pruebas Aristas realizadas en el 2020 (INEEd, 2021) , que presenta por segunda vez datos de primaria, no se observan cambios significativos en relación con los resultados del informe del año 2018. Se continúa visualizando un importante número de alumnos en el nivel más bajo de rendimiento y una influencia importante del nivel socioeconómico en el desempeño .

Por último, el informe publicado en el 2023, que da cuenta de los resultados del desempeño de los estudiantes de educación media evaluados en el 2022, se observa que no se logra disminuir la cantidad de estudiantes que se encuentran en los niveles más bajos de comprensión lectora. Además, aumentan las diferencias entre estudiantes que asisten a contextos favorables y muy desfavorables. En matemática, los resultados que se presentan están notablemente por debajo de los objetivos para el período (INEEd, 2023).

Ante estos datos, surge la necesidad de realizar un análisis profundo y crítico de las múltiples causas que dificultan u obstaculizan mejorar los indicadores de rendimiento en el contexto nacional. Una tarea de esas dimensiones excede las posibilidades de este trabajo, no obstante, proponemos abordar un aspecto específico de la situación: si la disciplina emergente denominada neurociencia educacional puede realizar aportes valiosos que colaboren a la superación de los retos que nuestra sociedad enfrenta en el campo de la educación. Ante el desafío de encontrar nuevas estrategias pedagógicas que permitan mejorar los aprendizajes y alcanzar las metas planteadas, nos preguntamos si tener en cuenta lo que conocemos sobre los procesos neurales y cognitivos que subyacen a los procesos de enseñanza-aprendizaje es pertinente.

La neuroeducación es una disciplina emergente en la que confluyen la neurociencia, la psicología cognitiva y la educación. La concepción de este joven campo de investigación, la articulación entre los marcos teóricos de sus disciplinas constitutivas, métodos y metas han atravesado distintos momentos históricos que es necesario revisar para comprender sus objetivos y posicionamientos actuales. De acuerdo a una de las visiones imperantes en el momento, la neuroeducación en estos tiempos que corren tiene como objetivo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de los conocimientos científicos disponibles sobre el funcionamiento y desarrollo del cerebro (Márquez, 2019).

La inclusión del cerebro en la educación no es una idea novedosa; tal como veremos a continuación, ya desde principios de 1920 aparece una gran preocupación por la relación entre cerebro y educación. En esta línea, en 1926, el psicólogo y pedagogo estadounidense Edward Thorndike se dedicó al estudio de la psicología del aprendizaje, constituyéndose en un pionero de esta disciplina. Thorndike estudió los procesos a nivel del cerebro que se

producen mientras aprendemos. Por ejemplo, enfatizó la importancia del fortalecimiento y debilitamiento de las sinapsis en el proceso de aprendizaje (Thorndike, 1926, citado por Guillén, 2023).

Este camino iniciado por Thorndike continua a lo largo del siglo XX y encuentra un empuje muy importante en la década del 2000, a partir de la declaración de la década del cerebro. Es en ese momento cuando se empiezan a dar las condiciones de financiación y culturales para que se profundice el estudio de las bases biológicas del aprendizaje, con el objetivo de mejorar las estrategias de enseñanza y aprendizaje y la atención a las necesidades individuales (Guillén, 2023).

Sin embargo, la relación entre neurociencia y educación ha sido cuestionada y ampliamente criticada por algunos autores que afirman que son los pedagogos, en contraposición a los neurocientíficos, quienes deben encargarse de reestructurar la enseñanza ya que los problemas de la educación no se pueden resolver solamente con el conocimiento que se tiene del cerebro (Castorina, 2016).

En esta línea Castorina (2016), profesor, magíster en Filosofía y actual Director del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Letras en la Universidad de Buenos Aires, afirma que “la investigación prácticamente no ha entrado en la sala de clase o lo ha hecho muy escasamente de modo efectivo” (Castorina, 2016, p. 26). Además, el autor plantea que no hay hasta el momento intervenciones que hayan tomado en cuenta los aportes de las neurociencias y hayan logrado éxitos significativos en transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje escolares.

En síntesis, existen posiciones divergentes e incluso opuestas sobre la relevancia de introducir la dimensión neurocognitiva en la discusión sobre las prácticas educativas. La perspectiva desde la que se aborda la relación entre neurociencia y educación en este trabajo reconoce que la dimensión biológica de la enseñanza es un elemento relevante, sin desconocer que en los procesos de aprendizaje también entran en juego dimensiones vinculadas a las prácticas pedagógicas específicas, a factores estructurales e institucionales y políticas educativas. En ese sentido, este trabajo aspira a presentar una mirada que abarque y analice las discusiones más pertinentes que competen a la neuroeducación, para caracterizar la emergencia de este nuevo campo, su potencialidad, limitaciones y legitimidad como interlocutor en la discusión en torno a la educación.

2. Desarrollo teórico

2.1 Breve recorrido histórico de la neuroeducación

La primera etapa en la historia de la neuroeducación puede describirse como el intento de vincular neurociencia y educación sin un marco teórico unificador, a partir de la extrapolación de los conocimientos que surgieron en laboratorios de neurociencia básica hacia espacios educativos. Es a partir de los años 80 que comienzan a surgir propuestas centradas en conceptos novedosos como neuroeducación, neuroeducador, o neurodidáctica.

En lo que respecta a los acontecimientos que forman parte de la historia de la neuroeducación los hechos que han sido significativos son numerosos. Por ejemplo, en la década de 1960 se postuló, por primera vez, que se podían adoptar enfoques neuropsicológicos para pensar los trastornos del aprendizaje (Guillén, 2023).

Además, en el transcurso de los años 80 del siglo pasado, Gerhard Preiss propuso una pedagogía basada en la neurociencia que llamó neurodidáctica (Preiss, 1996, citado por Guillén, 2023). La idea principal era poder pensar la estrecha relación existente entre la plasticidad del cerebro y la capacidad de aprendizaje y, que los procesos cognitivos están directamente vinculados al ritmo de maduración del cerebro del niño. Según esta propuesta, los estudios provenientes de la neurociencia podrían dar cuenta de estas cuestiones y ello permitiría optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación (Guillén, 2023).

Otro hecho que marcó la historia de la disciplina fue la propuesta de Fuller y Glendening (1985) de crear la figura del neuroeducador. Se trataría de un nuevo profesional con una formación interdisciplinar que sería capaz de entender los elementos básicos del funcionamiento cerebral y de la enseñanza. De acuerdo a Fuller y Glendening el neuroeducador trabajaría específicamente con los estudiantes que tuvieran dificultades de aprendizaje en el contexto escolar. Su función sería prescriptiva, es decir, diría qué hacer y cómo intervenir ante situaciones de rezago escolar y en casos de habilidades excepcionales. Los autores visualizaban al neuroeducador como un rol que trabajaría con el docente en el aula para ayudarlo a optimizar el aprendizaje de cada estudiante atendiendo a sus necesidades específicas.

Más adelante, durante la denominada la Década del Cerebro, en Estados Unidos, se crearon grupos de investigación que intentaron vincular la neurociencia y la educación y

fomentar el encuentro entre investigadores y educadores. Por ejemplo, en 1994 se creó el *Special Interest Group on Brain, Neuroscience, and Education* (Grupo de interés especial en Cerebro, Neurociencia y Educación, SIG-BNE por su nombre en inglés) de la *American Educational Research Association* (Asociación Americana de Investigación Educativa, AERA por su nombre en inglés). Luego, en 1997 se organizó la primera *Learning and the Brain Conference*, organizada por la Universidad de Harvard y el MIT. Estos encuentros promovieron la creación de cursos universitarios sobre neuroeducación y la aparición de publicaciones novedosas que disponibilizaban artículos específicos de esta nueva disciplina, por ejemplo la revista "*Mind, Brain and Education*" (Guillén, 2023).

En contraposición a las propuestas hasta aquí descritas, que visualizaban con entusiasmo y optimismo la posibilidad de que la neurociencia transformase la forma en que se enseña en las instituciones educativas, John Bruer publicó en 1997 su artículo titulado "*Education and the Brain: A Bridge Too Far*" (Bruer, 1997) en el cual sostiene y argumenta la razón por la cual hasta el momento la neurociencia no había logrado orientar de forma efectiva a las prácticas educativas en el aula. Este hito constituye, a nuestro entender, el que señala la transición hacia otro momento histórico en la relación neurociencia-educación.

El autor comienza su artículo mencionando dos argumentos neurobiológicos importantes que prevalecieron en la década de 1990 y que eran comúnmente utilizados para respaldar la idea de una educación respaldada por la neurociencia. En primer lugar, explora cómo el concepto de sinaptogénesis en los primeros años de vida influyó en el argumento a favor de los períodos críticos: períodos de tiempo muy limitados durante los cuales los educadores deben exponer a los estudiantes a experiencias específicas para que desarrollen las habilidades necesarias. A continuación, examina el concepto de poda sináptica adolescente y las investigaciones que demuestran que los entornos "enriquecidos" pueden moderar esta poda (Bruer, 1997).

A partir de esto, Bruer (1997) demuestra por qué cada uno de esos argumentos está demasiado extendido, y no tienen un impacto prescriptivo en la práctica educativa. De esta forma, advierte que la brecha entre la investigación neurocientífica y la práctica educativa es demasiado amplia para cruzarla. Sin embargo, sostiene que esta distancia puede achicarse utilizando a las ciencias cognitivas como puente. Dicho de otro modo, el autor plantea que la neurociencia podría guiar la investigación en la psicología cognitiva, la cual, a su vez, podría orientar las prácticas educativas.

En su artículo, Bruer (1997) expresa que el principal impedimento para establecer un puente directo entre la neurociencia y la educación es la falta de conocimiento sobre cómo funciona

el cerebro cuando aprendemos. Sin embargo, Bruer también plantea que, con suficiente tiempo, esfuerzo y conocimiento, sí sería posible trazar un puente entre la neurociencia y la práctica educativa. Más aún, Bruer postula que es posible que la neurociencia impacte sobre las prácticas educativas a través de su estrecha colaboración con la psicología cognitiva, disciplina que busca comprender el funcionamiento de la mente. Por lo tanto, esta segunda etapa se caracteriza por la discusión sobre la posibilidad de encontrar puntos de encuentro entre neurociencia y educación y por la propuesta de intensificar el diálogo entre educación y ciencias cognitivas.

El artículo de Bruer generó un importante revuelo entre los intelectuales y académicos de las neurociencias, ciencias cognitivas y educación, debido a sus ideas desafiantes sobre la relación entre las disciplinas. Una de sus muchas consecuencias -imposible recapitularlas todas en el marco de este trabajo- es la organización de varias ediciones de la “Escuela Latinoamericana de Educación, Ciencias Cognitivas y Neurociencia (conocidas como las “*LA School*”), cuya primera edición tuvo lugar en el 2011. Resulta importante mencionar que, tal como el mismo Bruer relata (Bruer, 2014), estos encuentros tienen su génesis en un encuentro previo, ocurrido en el 2007 en la Universidad de Chile, que culmina con la denominada “Declaración de Santiago”, un documento que “que invita a los investigadores del mundo a reflexionar, a discutir y a hacer propuestas sobre el tema” (Centro de Modelamiento Matemático, s.f.).

Cómo consecuencia de los encuentros y colaboraciones propiciados por las *LA Schools*, investigadores activamente vinculados a esas iniciativas, vuelven a vislumbrar la posibilidad de que la neurociencia pueda orientar a la educación y que, por lo tanto, sea de utilidad para el educador. Por ejemplo, Sigman et al. (2014) afirman tal como sugería Bruer, que el puente entre la neurociencia y la educación es la psicología cognitiva. Pero, a diferencia de él, plantean dominios específicos en los que la neurociencia trabaja con la psicología cognitiva al servicio de la educación, tal como se describe en los párrafos que siguen.

En primer lugar, Sigman et al. (2014) enfatizan la importancia que tiene la nutrición para el funcionamiento del cerebro y, por lo tanto, para el proceso de aprendizaje. El cerebro es el órgano del cuerpo que consume mayor cantidad de glucosa. La administración de glucosa antes de adquirir conocimientos potencia el aprendizaje a corto y largo plazo. Esto significa que una nutrición inadecuada, obstaculiza el aprendizaje. Por lo tanto, los neurocientíficos deben hacer un esfuerzo por comprender la relación entre la composición de las comidas y el aprendizaje, ya que las intervenciones nutricionales pueden mejorar eficazmente los resultados educativos.

En segundo lugar, los autores presentan evidencia sobre los beneficios del ejercicio físico sobre la cognición a través de una variedad de mecanismos que incluyen la regulación positiva de factores neurotróficos y la mejora de la neurogénesis y el tamaño del hipocampo. En particular, el ejercicio y la cognición son sinérgicos.

En tercer lugar, entre los requisitos fisiológicos para el aprendizaje, el sueño es uno de los factores pasibles de intervención más prometedores para la educación escolar en el futuro próximo. El sueño mejora el procesamiento de la memoria y, a la inversa, la interrupción del sueño puede provocar importantes déficits de aprendizaje. El sueño beneficia la consolidación, la reestructuración, la generalización y el recuerdo selectivo de los recuerdos.

Respecto a lo anteriormente expuesto, la investigación en neurociencia sugiere que el sueño, la nutrición y el ejercicio influyen en el aprendizaje y, por tanto, constituyen la base fisiológica de la pedagogía.

Además, Sigman et al. (2014), con fines de continuar sosteniendo su argumento principal, plantean que las personas suelen pensar la educación y la escolarización como una misma cosa. Sin embargo, los niños pasan el 85% de su tiempo de vigilia fuera de la escuela. En este sentido, las relaciones entre padres e hijos tienen un papel importante en el desarrollo infantil, así como lo tienen las interacciones con la educación formal.

Por otra parte, la psicología cognitiva ha identificado otros factores adicionales relevantes para el aprendizaje fuera del aula: la cantidad y calidad del juego y los aspectos emocionales, regulatorios y temperamentales que influyen en la escolarización (Sigman et al., 2014).

Otro aporte significativo en el que la neurociencia trabaja con la psicología cognitiva al servicio de la educación es que se han desarrollado estrategias que pueden servir para diagnosticar deterioros cognitivos potencialmente antes de lo que sería concebible mediante una inspección psicológica o conductual. Esto permite realizar una intervención temprana y oportuna. Un ejemplo es la detección de emisiones otoacústicas en neonatos, herramienta que ayuda a identificar la sordera congénita, la cual mediante pruebas psicológicas sólo puede detectarse meses después del nacimiento, perdiendo la oportunidad de realizar intervenciones tempranas (Sigman et al., 2014).

Además, la neurociencia trabajando con la psicología cognitiva al servicio de la educación permite comprender qué está preparado para hacer el alumno en cada etapa. Es decir, cuál es el desarrollo normal y esperado.

Para finalizar, Sigman et al. (2014) plantean que más allá de considerar los descubrimientos de las investigaciones hay que tener en cuenta otros factores que se ponen en juego en la educación para entender y aplicar los conocimientos adquiridos en las investigaciones neurocientíficas. Los esfuerzos para lograr cambios pueden ser en vano si no van acompañados de una reflexión sobre cómo se puede organizar eficientemente el proceso de traducción.

Varios de los investigadores implicados en la génesis y el desarrollo conceptual propio de la etapa histórica en consideración publican trabajos que discuten la relación entre neurociencia y educación. Posner y Rothbart (2005) en su artículo titulado *"Influencing brain networks: implications for education"* (Posner y Rothbart, 2005) abordan cómo los avances en la neurociencia cognitiva pueden aplicarse al ámbito educativo, centrándose en el desarrollo y la modulación de redes cerebrales relacionadas con el aprendizaje y la atención. Los autores destacan que el cerebro humano está compuesto por diferentes redes neuronales que soportan funciones específicas, como la atención, el control ejecutivo y el procesamiento emocional. Estas redes pueden ser influenciadas por factores ambientales y educativos, lo que, según ellos, tiene implicaciones importantes para el diseño de intervenciones pedagógicas. Además, enfatizan en el concepto de plasticidad cerebral, que significa que la estructura y función de este órgano pueden cambiar en respuesta a la experiencia y la práctica. Otro aspecto que los autores destacan es que las emociones influyen en el aprendizaje, destacando la importancia de enseñar a los estudiantes habilidades de autorregulación emocional para mejorar el rendimiento académico y el bienestar general. Por lo tanto, Posner y Rothbart (2005) sugieren que los programas educativos pueden beneficiarse de estrategias basadas en neurociencia (Posner y Rothbart, 2005). En resumen, los autores abogan por una integración entre la neurociencia y la educación, enfatizando cómo la comprensión y el entrenamiento de las redes cerebrales pueden transformar las prácticas pedagógicas para maximizar el potencial cognitivo y emocional de los estudiantes (Posner y Rothbart, 2005).

De igual forma, Benarós et al. (2010) en su artículo *"Neurociencia y educación: Hacia la construcción de puentes interactivos"* (Benarós et al., 2010) reafirma la idea de que la neurociencias y la educación son dos áreas que pueden colaborar de manera efectiva. Los autores analizan la creciente intersección entre las ciencias neurocognitivas y el campo

educativo, destacando la relevancia de los avances en neurociencia para comprender el aprendizaje y los procesos mentales involucrados. La idea central es que, si bien la neurociencia proporciona información valiosa sobre el cerebro, la aplicación de este conocimiento en el aula requiere una interpretación cuidadosa y adaptada a las realidades educativas, evitando radicalmente aplicaciones simplistas y reduccionistas. En este sentido, destacan la importancia de enfoques interdisciplinarios para abordar de manera integral las cuestiones relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza, no reduciendo los abordajes solamente a las neurociencias. Además, los autores abogan por una mayor investigación aplicada en la intersección entre neurociencia y educación, enfatizando que las políticas educativas deben basarse en la evidencia empírica y no en teorías abstractas. También, proponen la construcción de “puentes interactivos” entre ambos campos, con el objetivo de fomentar una colaboración efectiva entre neurocientíficos y educadores. Estos puentes implican no solo un intercambio de información, sino también el desarrollo de marcos teóricos y metodológicos comunes que permitan una mayor integración entre el conocimiento sobre el cerebro y las prácticas pedagógicas. En suma, Benarós et al. (2010) aboga por una relación más profunda y colaborativa entre neurociencia y educación, destacando tanto las oportunidades que la neurociencia ofrece para mejorar la comprensión del aprendizaje como las limitaciones de su aplicación directa en el ámbito educativo (Benarós et al., 2010).

En contraposición, y retomando los planteos iniciales de Bruer, Bowers (2016) en sus artículos *“The practical and principled problems with Educational Neuroscience”* y *“Psychology, not educational neuroscience, is the way forward for improving educational outcomes for all children: Reply to Gabrieli (2016) and Howard-Jones et al. (2016)”* (Bowers, 2016) analiza críticamente las limitaciones de la neurociencia educativa como disciplina emergente. Bowers argumenta que existen problemas tanto prácticos como conceptuales que restringen su utilidad para mejorar la educación (Bowers, 2016). En primer lugar, sostiene que muchos avances en la neurociencia aún no se traducen en prácticas educativas efectivas. Las estrategias basadas en neurociencia carecen, en muchos casos, de evidencia sólida que demuestre un impacto significativo en el aprendizaje en entornos escolares. En segundo lugar, el autor cuestiona si los descubrimientos a nivel neurobiológico son realmente relevantes para diseñar estrategias educativas. Argumenta que el nivel de análisis cognitivo-comportamental es más útil para informar directamente las intervenciones educativas, mientras que los datos neurocientíficos suelen ser demasiado específicos y no traducibles a contextos educativos. En tercer lugar, critica la proliferación de neuromitos señalando que estas ideas erróneas son a menudo promovidas por el

campo de la neurociencia educativa y pueden perjudicar las prácticas pedagógicas. En cuarto lugar, Bowers (2016) afirma que muchas intervenciones basadas en neurociencia no han demostrado ser más efectivas que los métodos educativos tradicionales. Señala la necesidad de establecer evidencia clara de que los enfoques basados en neurociencia superen a los enfoques existentes antes de justificar su adopción generalizada. Además, el autor plantea la necesidad de enfoques interdisciplinarios, sugiere que la psicología y las neurociencias deben colaborar para proporcionar una comprensión más completa del aprendizaje humano, pero sin dejar que la neurociencia dicte por sí sola las políticas educativas. Bowers (2016) concluye que la neurociencia educativa enfrenta desafíos significativos tanto en la práctica como en los principios teóricos. Si bien reconoce el potencial de la neurociencia para contribuir al entendimiento del cerebro, argumenta que, hasta ahora, su impacto en la educación ha sido limitado. Aboga por priorizar enfoques basados en la psicología cognitiva y experimental para diseñar y evaluar intervenciones educativas más efectivas (Bowers, 2016).

En esta misma línea, Bruer (2016), en su artículo "*Where is Educational Neuroscience?*" (Bruer, 2016) también trae la idea de que aún no existen suficientes pruebas que demuestren de manera clara cómo los descubrimientos cerebrales pueden mejorar directamente las prácticas pedagógicas. Afirma que no hay soluciones prácticas sólidas. En este sentido, destaca que la neurociencia educativa aún carece de un "puente" robusto que conecte los conocimientos científicos con la práctica pedagógica en el aula, afirmando que su aplicación efectiva en la educación requiere un mayor esfuerzo para traducir esos conocimientos en estrategias didácticas prácticas. Bruer (2016) concluye que, para que la neurociencia educativa avance y sea verdaderamente útil en la educación, es necesario realizar más investigaciones interdisciplinarias y rigurosas. La neurociencia por sí sola no puede transformar la educación; se necesita un enfoque colaborativo con la pedagogía, la psicología y otras áreas relacionadas, que permitan validar y aplicar las investigaciones científicas en contextos educativos reales (Bruer 2016).

En síntesis, esta etapa se caracteriza por un acalorado debate teórico sobre los límites y los potenciales de las neurociencias en tanto disciplina que produce conocimiento directamente aplicable a las prácticas de enseñanza.

Por último, más recientemente en el tiempo, algunos autores le dan un giro conceptual a la discusión, proponiendo que trascender la cuestión del puente entre neurociencia y educación como un diálogo entre disciplinas, y comienzan a señalar la emergencia de una nueva disciplina, la neuroeducación, que si bien integra a la neurociencia y a la educación,

tiene un objeto de estudio propio. Esta postura más reciente constituye la etapa actual del devenir histórico que hemos ido trazando en esta sección del trabajo.

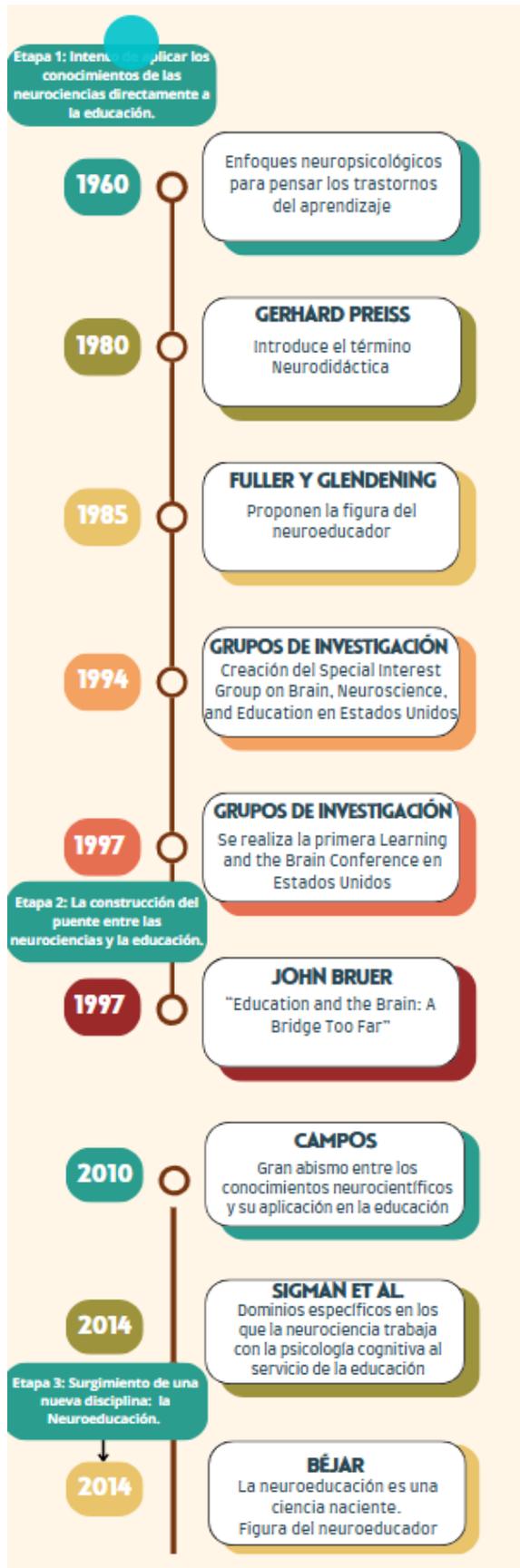
En este sentido, Béjar (2014) afirma que la neuroeducación es una ciencia naciente y en construcción que combina aportes de la neurociencia, la psicología, las ciencias cognitivas y la educación y que resulta en una nueva mirada sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje. El autor enfatiza que la neuroeducación aprovecha los conocimientos sobre cómo funciona el cerebro así como de las funciones cerebrales superiores y complejas, como el lenguaje, la memoria y la atención, para potenciar y mejorar tanto los procesos de enseñanza como los de aprendizaje.

En esta línea, Campos (2010) plantea que, a pesar de que esta disciplina está naciendo, aún existe un gran abismo entre los conocimientos neurocientíficos y la posibilidad de su aplicación en un sistema educativo real. Es así que aparece como fundamental una figura que opere de mediador entre el mundo de la neurociencia y el de la educación: el neuroeducador (con características distintas a aquella figura del mismo nombre que habían postulado Fuller y Glendening).

Según Béjar (2014), el neuroeducador es un profesional calificado que es capaz de establecer un diálogo interdisciplinar entre la neurociencia y la experiencia práctica que el profesor tiene en el aula. Esta figura debe mantener una formación permanente y actualizada en neurociencia y, además, tener la competencia suficiente para cuestionar y mejorar la programación seguida en los centros educativos. El neuroeducador se encarga de poner en acción la generación de nuevos programas educativos en función de las necesidades de cada institución de enseñanza. La figura 1 resume los principales hitos históricos mencionados a lo largo del texto. De manera adicional, para facilitar la comprensión de las diversas propuestas teóricas que caracterizan la relación entre neurociencia y educación, propias de los distintos momentos históricos revisados se presenta el esquema de la Figura 2.

Figura 1.

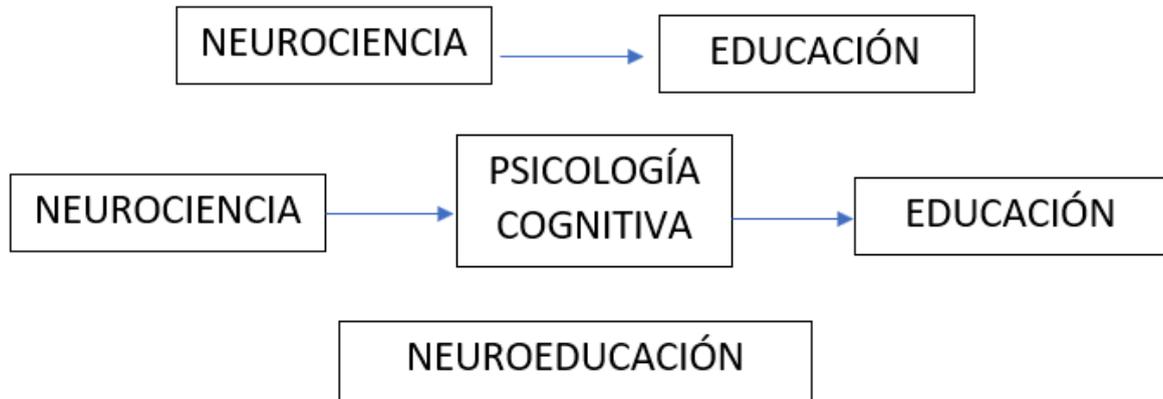
Algunos hitos relevantes en la historia de la Neuroeducación.



Elaboración propia.

Figura 2.

Posibles relaciones conceptuales entre la neurociencia y la educación a lo largo de la historia de la disciplina.



Elaboración propia.

2.2 Desarrollo de la neuroeducación en la Universidad de la República

El objetivo de este apartado es hacer un breve recorrido histórico sobre el desarrollo que la neuroeducación ha tenido en la Universidad de la República (Udelar), ya que esta es la institución de educación terciaria más grande del país, donde se produce la mayor parte de las investigaciones y de conocimiento original. Sin embargo, no desconocemos que hay otras instituciones que también trabajan en neuroeducación.

En 2014, se organizó desde Uruguay la cuarta Escuela Latinoamericana de Educación, Ciencias Cognitivas y Neurociencias se llevó a cabo cerca de Punta del Este del 10 al 22 de marzo. El objetivo principal de la Escuela Latinoamericana de Educación, Ciencias Cognitivas y Neurociencias -LASchool- fue construir puentes entre estas disciplinas, con el fin de fomentar innovaciones basadas en la ciencia en todas las áreas de la Educación. Se trató de un evento de múltiples niveles, donde estudiantes y profesores trabajaron juntos para explorar nuevas soluciones y generar propuestas de proyectos potencialmente relevantes para el desarrollo, diseño e implementación de prácticas educativas efectivas.

En 2015 comienza a funcionar el Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje (CICEA). El objetivo del CICEA es crear una estructura académica en la Udelar que permita poner en contacto a los docentes e investigadores involucrados en la construcción del puente que va desde las Ciencias Cognitivas al desarrollo de aplicaciones dedicadas a la Educación (Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el

Aprendizaje, s.f.). CICEA desarrolla las tres funciones universitarias: docencia, investigación y extensión.

En primer lugar, la docencia funciona como motor de la interacción interdisciplinaria a través de la formación de recursos humanos con que se logrará potenciar la investigación. El componente principal de las actividades de enseñanza de posgrado organizadas desde el CICEA es la Maestría en Ciencias Cognitivas (Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje). CICEA también organiza anualmente el curso “Aportes de las ciencias cognitivas a la educación”, el cual está destinado a docentes, maestros y educadores de todos los niveles (CICEA, s.f.).

En segundo lugar, la investigación del CICEA se organiza en tres líneas principales que promueven la colaboración interdisciplinaria entre sus integrantes y cubren áreas del conocimiento básico y aplicado en las que la educación puede beneficiarse de las Ciencias Cognitivas (CICEA, s.f.).

Por último, las actividades del Centro sólo tienen sentido si interactúan fuertemente con los actores del sistema educativo, en este sentido la extensión es un imperativo. Se desarrolla una política de extensión con un eje en la formación docente en estos temas. De este modo, además de la participación directa en los proyectos de investigación, se ofrecen instancias de formación y el acceso a la maestría (CICEA, s.f.).

En 2017 se realizó el primer simposio en «Educación, Cognición y Neurociencia», el cual tuvo como objetivo aproximar a investigadores, educadores y tomadores de decisión en políticas públicas en Educación. Entre las actividades del Simposio se realizaron: conferencias, mesas redondas y presentaciones de pósters. Las conferencias fueron dictadas por reconocidos investigadores del ámbito internacional, que expusieron los resultados de sus investigaciones en Ciencias Cognitivas y Educación (Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje). Por otro lado, durante las mesas redondas, investigadores, autoridades políticas y actores del ámbito educativo participaron en espacios de debate y reflexión sobre la problemática educativa. Por último, en las presentaciones de pósters, estudiantes de posgrado presentaron sus investigaciones y proyectos con la intención de potenciar las interacciones académicas y dar a conocer el trabajo de investigación (CICEA, s.f.).

En 2021 se realizó el Primer Congreso Uruguayo de Ciencias Cognitivas y Segundo Simposio de Educación, Cognición y Neurociencia. Este evento fue co-organizado por la Sociedad Uruguaya de Ciencias Cognitivas y del Comportamiento (SUCCC) y el Centro

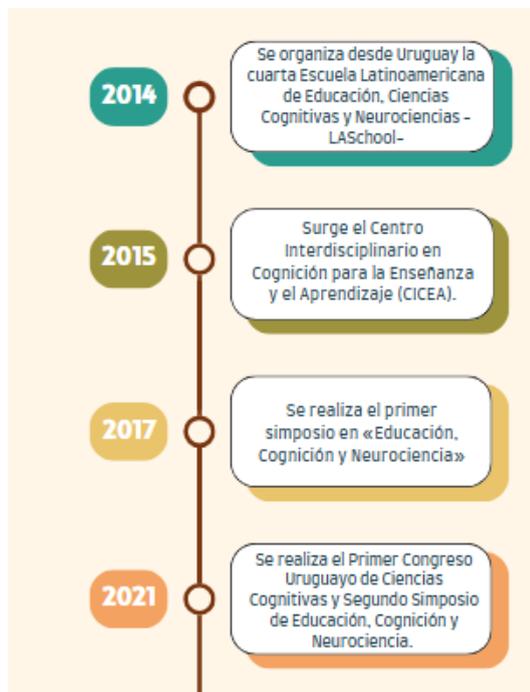
Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y Aprendizaje (CICEA) (Sociedad Uruguaya de Ciencias Cognitivas y del Comportamiento, s.f.).

Este Congreso tuvo como objetivo reunir a académicos, profesionales y público interesado en las Ciencias Cognitivas. Los aportes de las Ciencias Cognitivas a la Educación fue tema de especial énfasis del II Simposio, apuntalando los fuertes lazos de interés común entre el sector educativo y los equipos universitarios que trabajan en este ámbito (SUCCC, s.f.)

El congreso ofreció una serie de charlas de especialistas en temas de cognición, neurociencias, aprendizaje y educación. Además se llevaron a cabo sesiones de pósteres en los que se presentaron trabajos de investigación original. Los oradores principales fueron: Ghislaine Dehaene-Lambertz, Stanislas Dehaene, Kathy Hirsh- Pasek y Sebastián Lipina (SUCCC, s.f.). La figura 3 resume los principales hitos históricos de la Neuroeducación en Uruguay.

Figura 3

Desarrollo de la neuroeducación en la Universidad de la República



Elaboración propia.

2.3 Relación entre neurociencia y educación: aspectos conceptuales y metodológicos

Muchos investigadores en las ciencias del aprendizaje interpretaron el artículo de Bruer titulado *“Education and the Brain: A Bridge Too Far”* (Bruer, 1997) como un desafío para concebir el posible vínculo entre el conocimiento sobre el cerebro y las prácticas educativas. A partir de esa publicación, comenzó un debate conceptual sobre la posible relación entre disciplinas. Entre los autores que problematizan la relación neurociencia-educación se encuentran Horvath y Donoghue (2016) quienes plantean, a diferencia de Bruer, que la imposibilidad de establecer un puente entre la neurociencia y la educación se debe a diferencias prácticas y filosóficas entre disciplinas.

Horvath y Donoghue (2016) comienzan su artículo exponiendo que hay al menos cuatro "puentes" diferentes que podrían trazarse entre la neurociencia y la educación: prescriptivo, conceptual, funcional y de diagnóstico. Sin embargo, los autores afirman que el planteo de Bruer se centra únicamente en el puente prescriptivo. El argumento central de su artículo refiere a que la ausencia de un puente prescriptivo entre la neurociencia y la educación no se debe, como teoriza Bruer, a una escasez de información, sino a distintos niveles de organización en cada disciplina (ver figura 4). Los autores afirman que cuando se intenta conectar prescriptivamente niveles de organización no adyacentes (como se muestra en la figura 4), se debe pasar por el o los niveles intermedios. De ahí que no sea posible plantear una transferencia directa de conocimiento entre neurociencia y educación.

Tanto Bruer (1997) como Horvath y Donoghue (2016) argumentan que la neurociencia está separada de la educación por otra disciplina, la psicología cognitiva, que aborda el nivel de organización referido a lo mental. En este sentido, se propone que en vez de intentar comprender en profundidad los encuentros y desencuentros entre la neurociencia y la educación, los investigadores interesados en la confluencia entre disciplinas deben centrar sus esfuerzos en dominar la neurociencia y la psicología, o la psicología y la educación: porque es entre estos niveles adyacentes donde se encuentra la posibilidad de traducción significativa y prescriptiva de conocimientos disciplinares.

Figura 4

Distintos niveles de organización entre la Neurociencia y la Educación

	Educación
	Nivel estructural (cultura, nivel socio económico)
	Nivel institución
	Nivel didáctico
Neurociencia	Nivel prácticas específicas
Nivel comportamental	
Nivel cognitivo	
Nivel celular	
Nivel genético	

Nota. Interpretación propia de los conceptos planteados en: *A bridge too far–revisited: reframing Bruer’s neuroeducation argument for modern science of learning practitioners* por Horvath y Donoghue (2016).

Por su parte, Devonshire y Domett (2010) reflexionan sobre algunas barreras teóricas (propuestas por Willingham (2009)) y barreras prácticas, que dificultan establecer el puente entre neurociencia y educación.

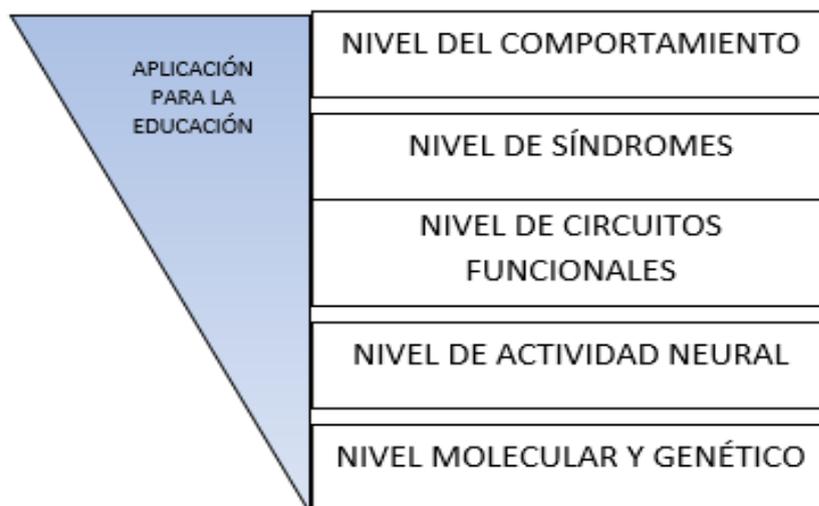
La primera barrera teórica que plantean los autores es que la neurociencia y la educación tienen diferentes objetivos y métodos; mientras que la neurociencia es una ciencia natural que investiga el funcionamiento del cerebro y las bases neurales de la mente, la educación, como ciencia humanista, apunta a desarrollar perspectivas teóricas-metodológicas para analizar y explicar los fenómenos complejos que se despliegan en los espacios educativos. De esta forma, es poco probable que la neurociencia logre contribuir a todos los objetivos de la investigación educativa ya que algunos objetivos de esta última quedan fuera del ámbito de la neurociencia. Los autores plantean que esta barrera solo podrá superarse si los neurocientíficos y los educadores trabajan juntos para encontrar metas comunes.

La segunda barrera refiere a que ambas disciplinas tienen distinta escala de investigación. Mientras que los neurocientíficos pueden realizar investigaciones en varios niveles (del nivel genético al nivel comportamiento de los individuos), las investigaciones en educación se componen de otros niveles (comenzando en el nivel de un niño individual y avanzando hacia niveles más estructurales). En el texto Devonshire y Domett (2010), los autores citan un concepto de Willingham para referirse a esto como el “problema vertical”. Entre los niveles que se mencionan se encuentran: el nivel molecular y genético, el nivel de actividad

neuronal (el cual abarca el papel de neurotransmisores particulares y la activación de subconjuntos específicos de neuronas), el nivel de circuitos funcionales (los autores ejemplifican este nivel haciendo referencia a la lectura y afirmando que en este nivel predomina la investigación de individuos sanos en comparación con aquellos que tienen problemas de lectura), el nivel de síndromes (los autores ejemplifican este nivel haciendo referencia a los trastornos de la lectoescritura) y, por último, el nivel de comportamiento. Esta barrera genera que sólo aquellos niveles de la neurociencia más cercanos al nivel comportamental pueden tener relevancia real en la educación. Además, la investigación en neurociencia suele ocurrir en entornos controlados y simples, diferentes a las condiciones reales que se observan en un entorno educativo, donde una amplia gama de factores sociales y ambientales entran en juego. Esta última barrera se esquematiza en la Figura 5.

Figura 5

Niveles de investigación en neurociencia y relevancia para la educación.



Nota. Los principales niveles de investigación en neurociencia y su aplicabilidad directa a la educación. Por debajo del nivel de circuitos funcionales Devonshire y Dommett sugieren que hay poca relevancia directa para la educación. Por el contrario, la investigación a este nivel o por encima de él puede ser relevante, pero las preguntas de investigación deben ser elaboradas conjuntamente por educadores y neurocientíficos para garantizar la máxima aplicabilidad. Modificado de *Neuroscience: viable applications in education?* (p.352), por Devonshire & Dommett, 2010, The Neuroscientist.

La tercera barrera que se plantea es la que refiere al problema de traducir el contenido de un campo al otro. Los resultados de la investigación en neurociencia suelen presentarse en forma de registros eléctricos, actividad cerebral en términos espaciales y temporales, o relacionada a aspectos químicos y/o metabólicos, pero, de acuerdo a los autores, no es

posible trasladar estos resultados a aplicaciones reales en la educación. En el mismo sentido, Devonshire y Dommert (2010), citando a Willingham (2009), plantean que estas barreras teóricas están sostenidas por barreras prácticas entre las que se destaca que ambas disciplinas utilizan lenguajes diferentes, esto genera dificultad para poder comunicarse. En este punto, algunos conceptos pueden significar cosas completamente diferentes para los educadores y neurocientíficos, lo que aumenta el riesgo de malentendidos y sobreinterpretaciones de la información. Por otro lado, se afirma que la neurociencia utiliza un tipo de investigación distinto al que utiliza la educación; mientras la primera utiliza investigación cuantitativa, la segunda emplea investigación cualitativa, en general. Los autores plantean que una forma posible de resolver este problema es intentar crear espacios en los que confluyan los neurocientíficos con los educadores, en los cuales se pueda producir un intercambio de los saberes inherentes a ambas disciplinas.

La última barrera práctica refiere a encontrar el tiempo y el entorno adecuado en el que estas dos profesiones puedan trabajar juntas. Con frecuencia sucede que los educadores suelen estar abrumados y no disponen de tiempo remunerado para tener encuentros con los neurocientíficos. Por su parte, los neurocientíficos pueden estar igualmente ocupados y sentirse bastante incómodos al tener que trabajar en condiciones tan incontroladas, en contraste con las que trabajan en el laboratorio estándar.

2.4 Las ciencias cognitivas

Como se plantea en la sección anterior, varios autores sugieren un lugar destacado de las ciencias cognitivas para pensar el vínculo entre neurociencia y educación. Según Thagard (2008) las ciencias cognitivas están dedicadas al estudio de la mente y la inteligencia y son el producto de la confluencia de la filosofía, la psicología, la inteligencia artificial, la neurociencia, la lingüística y la antropología.

Sus orígenes se remontan a mediados de la década de 1950, cuando investigadores provenientes de distintos campos comenzaron a formular teorías de la mente utilizando representaciones y procesos computacionales complejos (Thagard, 2008). Respecto a el origen institucional, varios autores lo sitúan a mediados de los años sesenta, momento en el que se funda la Sociedad de las Ciencias Cognitivas en los Estados Unidos y se publica por primera vez la revista *Cognitive Science* (Thagard, 2008).

La ciencia cognitiva tiene como hipótesis de trabajo que todo lo que ocurre en el sistema nervioso central de los seres humanos (y de otros animales) consiste en representaciones portadoras de información y operaciones sobre estas representaciones (Ramus, 2016). Las

representaciones cognitivas pueden ser del mundo exterior o del mundo interior, pueden ser verbales (habla o pensamiento) o no verbales (visuales, sonoras, espaciales, sensoriomotoras, emocionales, afectivas, abstractas). Pueden referirse al presente, al pasado (recuerdos) o a ninguno de los dos (imaginación) (Ramus, 2016).

Los procesos cognitivos son todos los mecanismos por los que se fabrican, vinculan o convierten las representaciones mentales. Por ejemplo, los mecanismos que conducen de la imagen de un perro en la retina al concepto de perro, y luego a la palabra "perro" que se puede pronunciar. O los mecanismos que conducen de la percepción de un estímulo aterrador (o el recuerdo de su percepción pasada, o la imaginación de su posible percepción) a un sentimiento subjetivo particular, por ejemplo el miedo, y a las reacciones conductuales asociadas (Ramus, 2016).

Por lo tanto, la cognición es el conjunto de nuestras representaciones mentales y los procesos que operan sobre estas representaciones (Ramus, 2016). Es, por lo tanto, la base de cualquier aprendizaje. A continuación, se presenta un breve recorrido por algunos procesos cognitivos involucrados en los aprendizajes.

2.5 Procesos cognitivos implicados en el aprendizaje

2.5.1 Percepción

Según Pires y González- Perilli (2023), la percepción es el significado que se le asigna a los estímulos ambientales que son captados por medio de los sentidos. Este proceso comienza en el momento en que nuestros sentidos son estimulados y finaliza cuando conformamos en nuestra mente una idea acerca de cuál fue el objeto o la información sensorial responsable de la estimulación.

Los procesos perceptivos suelen requerir la evocación de esquemas almacenados en la memoria, que guían la búsqueda de datos clave, definen posibles ambigüedades y pueden complementar información faltante (Según Pires y González- Perilli, 2023). Por lo tanto, la percepción es un fenómeno subjetivo y parcial de la realidad ya que depende del sujeto que percibe; de sus conocimientos, necesidades, intereses y motivos (Márquez, 2013). A modo de ejemplo, un niño puede ver las estrellas, pero no ve lo mismo que ve un físico al observarlas, porque su conocimiento sobre ese objeto es diferente. Por lo tanto, la percepción está guiada por el conocimiento, pero, al mismo tiempo, es una herramienta para alcanzarlo (Pires y González- Perilli, 2023).

Si bien la percepción es un proceso que está condicionado por estructuras presentes desde el nacimiento, se trata de una capacidad que se desarrolla en nuestra interacción y experiencia con el entorno. En este sentido, percepción y aprendizaje van de la mano (Pires y González- Perilli, 2023).

En suma, el proceso de percepción es clave para la comprensión de contenidos por lo cual puede condicionar los procesos de aprendizaje. Es así que pueden darse distintas dificultades asociadas a la percepción que pueden aparecer en contexto de enseñanza. Por ejemplo, se han señalado dificultades de cierre visual y de reconocimiento de figura-fondo. Estas dificultades refieren a la interpretación de la forma, y son previas a la comprensión del contenido. En el primer caso la dificultad está en completar posible información faltante, por ejemplo cuando un círculo se muestra en un estilo de representación informal, en el que el trazo no acaba de completarse. En el segundo caso se trata de resolver cuál es la información principal en la imagen, y puede suceder cuando el fondo contiene elementos llamativos que compiten por el protagonismo (Pires y González- Perilli, 2023).

2.5.2 Atención

Cervantes, Sanchez-Costa y Carboni (2023) definen la atención como un “proceso cognitivo que permite seleccionar del flujo de información que se recibe del ambiente (interno y externo) los aspectos más relevantes e ignorar aquellos menos relevantes” (Cervantes, Sanchez-Costa y Carboni, 2023, p.98). Los autores señalan que este proceso incluye también mecanismos que permiten la distribución de recursos en situaciones en las que debemos atender a varios estímulos y mecanismos que nos permiten sostener una tarea en el tiempo. La atención es el proceso responsable de establecer prioridades y de secuenciar temporalmente las respuestas más adecuadas para cada momento (Márquez, 2019). Permite dirigir las acciones y focalizar selectivamente la conciencia, filtrando lo importante y desechando los estímulos irrelevantes o la información que no se desea para que el cerebro optimice sus recursos en el procesamiento de la información relevante.

La neurociencia cognitiva reconoce la atención no como un sistema único, sino como un sistema de al menos tres componentes con cierta independencia funcional y anatómica: selección (el cual refiere a la capacidad de seleccionar la información relevante para el cumplimiento de una meta), vigilancia (vinculado a la atención sostenida, siendo esta la capacidad de mantener el foco atencional y la alerta, frente a determinados estímulos, por períodos prolongados) y control (el cual refiere al desarrollo y al mantenimiento de las conductas dirigidas al cumplimiento de metas u objetivos, lo cual exige esfuerzo) (Cervantes, Sanchez-Costa y Carboni, 2023). Ver la Figura 6.

Figura 6

Redes neuronales que sostienen los tres subsistemas atencionales

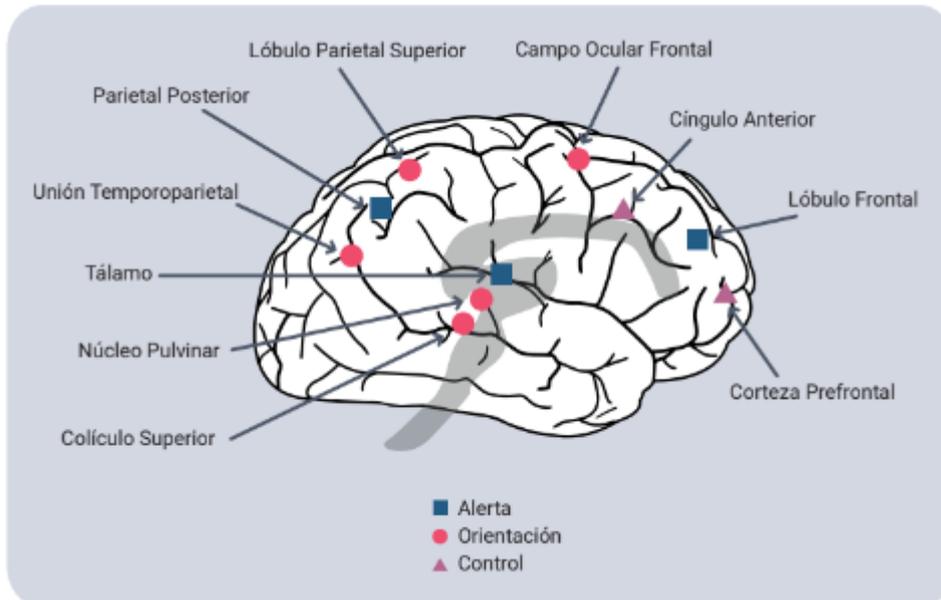


Figura 6. 1. Redes neuronales que sostienen los tres subsistemas atencionales propuestos en el texto (alerta, orientación y control). Tomado de *Aportes de las Ciencias Cognitivas a la Educación*, por Cervantes, Sánchez-Costa y Carboni, 2023.

Por otro lado, es importante destacar que la atención se relaciona ampliamente con el aprendizaje. En esta línea, Cervantes, Sanchez-Costa y Carboni (2023) plantean que el nivel de atención que se preste a una tarea determina la capacidad de aprendizaje. Se ha demostrado que, en contextos educativos, los niveles de atención prestada predicen el desempeño y el logro académico de los alumnos. Esto se debe a que, como se expone anteriormente, la atención permite seleccionar, de toda la información que se recibe del ambiente, los aspectos más relevantes e ignorar los menos relevantes. A modo de ejemplo, se puede pensar que un niño que logra concentrarse en la tarea que la maestra manda e ignorar el murmullo de la clase, va a lograr un mejor rendimiento que aquel que no lo logra hacer. Esto sucede debido a que el primero logra destinar sus recursos cognitivos a la tarea.

2.5.3 Memoria

Laurino y Kaczer (2023) refieren a la memoria como “una representación interna de una experiencia que perdura en el tiempo” (Laurino y Kaczer, 2023, p.123). Utilizan el concepto de representación interna para referir a la huella que cada una de nuestras vivencias y experiencias deja en nuestro cerebro.

Si bien durante muchos años se ha pensado en la memoria como unidad, algunos años atrás se ha demostrado la existencia de diferentes tipos de memoria que involucran a distintas regiones del cerebro (Laurino y Kaczer, 2023).

En primer lugar, la dimensión temporal de las memorias distingue a las de corto (se almacena temporalmente durante cortos períodos, segundos o minutos) de las de largo plazo (se almacena de forma persistente, horas, días, años).

Entre las memorias de corto plazo se destaca la importancia en el ámbito educativo de la memoria de trabajo. Esta es una memoria que se mantiene unos segundos luego de percibir un estímulo y que presenta la particularidad de que nos permite trabajar con esta información luego de que el estímulo sale de nuestra vista. Por ejemplo, cuando tenemos que calcular mentalmente una multiplicación de dos dígitos, gracias a la memoria de trabajo recordamos los números que hay que multiplicar, las soluciones parciales de cada cuenta que luego integramos y, por último, su resultado (Laurino y Kaczer, 2023).

En segundo lugar, podemos diferenciar a las memorias según el tipo de información que almacenan. Así, podemos nombrar a la episódica (cuyo contenido refiere a los eventos que nos ocurrieron), a la semántica (cuyo contenido refiere a los significados y el conocimiento general) y la de los procedimientos (Laurino y Kaczer, 2023). La figura 7 presenta un esquema sobre los diferentes tipos de memoria y la estructura cerebral con la que guardan relación.

Figura 7

Esquema de la memoria y las estructuras cerebrales implicadas.

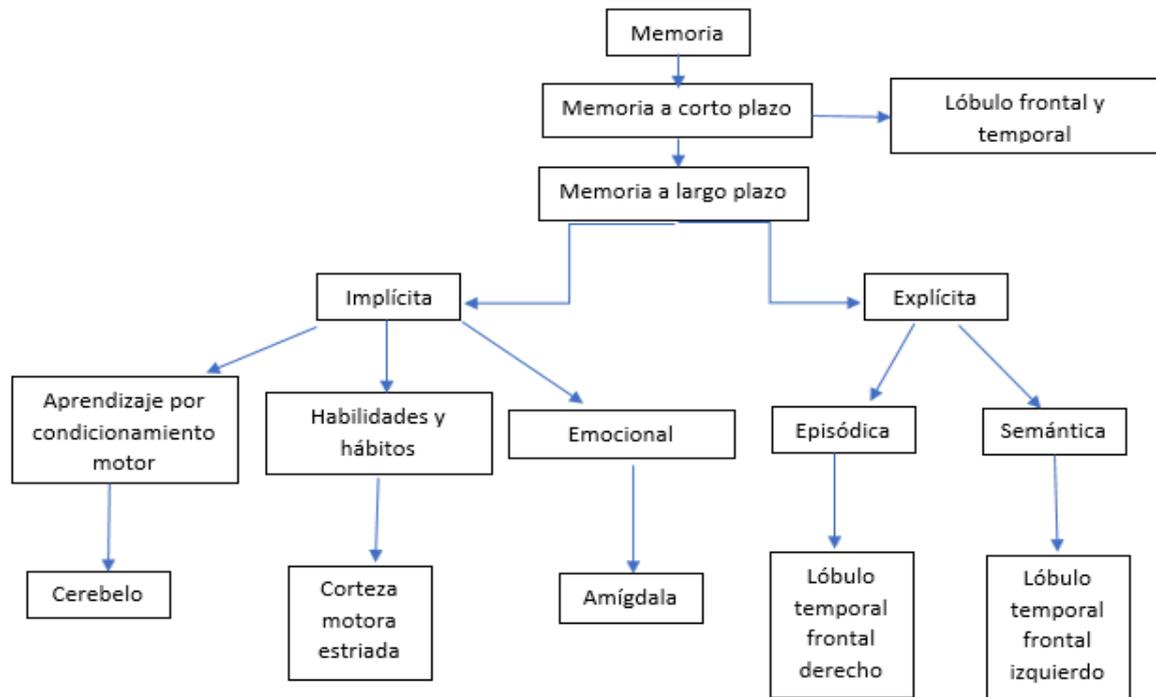


Figura 7. Tomado de Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI (p.71), por Morgado Bernal, 2005 citado en Márquez, 2019, Educación y ciencia.

Un concepto íntimamente relacionado con el de la memoria es el de aprendizaje. Este último entendido como el proceso por el cual podemos adquirir información a partir de una cierta experiencia; un proceso que, en consecuencia, genera una memoria. En este sentido, el aprendizaje es la fase que inicia la formación de una memoria ya que para que este se dé es necesario que se registren, conserven y evoquen diversas experiencias (Laurino y Kaczer, 2021). A modo de ejemplo podemos referir a un niño que durante una clase de matemática registra cómo se hacen las operaciones matemáticas. Con suficiente práctica, logra conservar esa información y consolidarla. Después de un tiempo, puede hacer operaciones con facilidad.

Del mismo modo, podemos pensar en un alumno que asiste semanalmente a sus clases de historia. El profesor por el mes de mayo decide dar la Segunda Guerra Mundial. Luego de varias clases trabajando la temática el niño logra consolidar esa información en su memoria y cuando se junta con sus amigos puede contarles qué sucedió en la guerra.

Lo mismo sucede con un niño pequeño al cual el padre decide enseñarle a andar en bicicleta. Luego de varios días de práctica el niño logrará consolidar ese conocimiento y podrá andar en bicicleta solo, sin realizar gran esfuerzo cognitivo.

2.5.4 Funciones ejecutivas

Según Delgado y Nin (2023) las funciones ejecutivas refieren a una serie de habilidades que permiten controlar de forma consciente la conducta, los pensamientos y las emociones al servicio de la elaboración, la ejecución y el monitoreo de los planes de acción necesarios para alcanzar metas y proceder en situaciones novedosas que no pueden ser resueltas en forma automática o refleja. Las funciones ejecutivas se asientan en numerosos circuitos neurales ubicados en la corteza prefrontal (Delgado y Nin, 2023, p. 315).

Entre las habilidades que se incluyen dentro de las funciones ejecutivas se encuentran la capacidad de sostener la atención de manera controlada, de mantener objetivos e información de forma consciente en la mente, de refrenar impulsos y respuestas inadecuadas, de inhibir distracciones, de tolerar la frustración, de considerar las consecuencias de distintas conductas, de reflexionar sobre experiencias pasadas y de planificar para el futuro (Delgado y Nin, 2023).

Es importante señalar que una serie de investigaciones muestra que el nivel de ejecución en tareas que evalúan las funciones ejecutivas es un predictor de desempeño escolar (Delgado y Nin, 2023). En este sentido podemos pensar la importancia que las funciones ejecutivas tienen en el proceso de aprendizaje. Para ilustrar este punto, podemos referir a la siguiente situación; supongamos que en una clase hay un niño que colecciona figuritas. Al lado de este niño se sienta su mejor amigo, el cual tiene todas las figuritas que a él le faltan para completar el álbum. El primer niño debe valerse del control inhibitorio para poder concentrarse en lo que la maestra está explicando y dejar a un lado las figuritas.

Otro ejemplo que ilustra este punto es el siguiente: supongamos que los niños de primer año están realizando una sopa de letras y, de pronto, la maestra les dice que deben dejarla a un lado para copiar los deberes, porque se hace tarde y si no los copian en ese momento, no les dará el tiempo. En este caso los niños deben valerse de su flexibilidad cognitiva, para poder dejar de lado una actividad que están haciendo y pasar a realizar otra.

2.5.5 Emociones

Ferreira y Arrieta (2023) definen a las emociones como un conjunto de cambios fisiológicos y comportamientos que tienen un patrón distintivo y cuyo propósito es promover la vida, la

reproducción y la adaptación social (Ferreira y Arrieta, 2021). Los autores plantean que se trata de cambios corporales que ponen a nuestro organismo en acción ayudándonos a enfrentar peligros o a aprovechar situaciones. Este conjunto de cambios fisiológicos y comportamentales ocurre ante la presencia de un estímulo emocionalmente competente, es decir, un objeto o acontecimiento que puede ser real o recordado mentalmente.

Márquez (2019) plantea que las emociones son extremadamente importantes en el aula, porque influyen en el estado de ánimo, en la motivación, y en la conducta.

Las emociones tienen un gran impacto en la actividad cerebral. En la misma línea, está muy estudiada la importancia que tiene que un recuerdo esté asociado a una emoción para que este se consolide y permanezca a lo largo del tiempo (Márquez, 2019).

Los espacios educativos estresantes o agresivos dificultan la atención y bloquean la retención de la información. El estrés, miedo, tristeza, preocupación afectan ampliamente la conexión entre neuronas lo que dificulta la consolidación y la evocación de la información (Márquez 2019).

2.5.6 Motivación

Según Curione y Huertas (s.f.) la motivación refiere al conjunto de procesos que nos llevan a encauzar nuestra energía en la consecución de propósitos (Curione y Huertas, s.f.). Esta definición presenta a la motivación como un proceso que nos dirige hacia un objetivo y da dirección a la acción.

Este objetivo puede variar desde necesidades básicas, como alimentación, reproducción e interacción social, hasta metas académicas, como aprobar una materia para evitar estudiar durante el verano. La motivación se ve influenciada tanto por los estados internos del individuo (motivación intrínseca) como por las condiciones o presiones ambientales externas (motivación extrínseca) (Curione y Huertas, s.f.).

2.6 Los pilares del aprendizaje según Dehaene

Dehaene (2019), experto en el estudio de las bases cerebrales de las principales operaciones intelectuales humanas, sostiene que a lo largo de la evolución, el cerebro ha adquirido habilidades que le permiten maximizar la velocidad con la cual extrae información del entorno y aprende. A partir de sus propias investigaciones y la revisión profunda de los resultados de otros investigadores, propuso en un influyente texto de divulgación el concepto de “los cuatro pilares del aprendizaje”, que resumen la importancia central de

algunos procesos cognitivos para aprender, sea en entornos formales o informales. Este texto, dirigido al público interesado y a educadores de todos los niveles, busca destilar décadas y cientos de trabajos científicos para ofrecer una visión sencilla, precisa y aplicable, de las bases cognitivas del aprendizaje.

El primer pilar es la atención. Como se mencionó anteriormente, ésta amplifica la información sobre la que nos concentramos. La importancia de los mecanismos atencionales reside en que estos resuelven un problema: la saturación de información. Todo el tiempo el cerebro es bombardeado por estímulos pero los recursos con los que este cuenta no son suficientes para procesar a todos los estímulos con la misma profundidad. Es por esto que los mecanismos atencionales actúan como filtro y son imprescindibles para realizar una selección de información. El cerebro realiza una evaluación y decide a qué información es primordial destinar recursos para procesarla. Por lo tanto, lograr dirigir la atención de los estudiantes hacia lo que se está trabajando es fundamental para el aprendizaje (Dehaene, 2019).

El segundo pilar que propone Dehaene (2019) es el compromiso activo y la curiosidad. El compromiso activo, en contraposición con el pasivo, permite que el cerebro evalúe constantemente nuevas hipótesis. Varias investigaciones, de campos diversos, afirman que un organismo pasivo no aprende, o aprende poco. Aprender eficazmente requiere romper con la pasividad, explorar, estar atento, involucrarse, asumir un compromiso, producir hipótesis y ponerlas a prueba. La motivación es fundamental. Solo aprendemos si tenemos claro el objetivo que queremos alcanzar y nos involucramos activamente. Además, despertar la curiosidad es fundamental, activar el deseo de saber, la sed de conocimiento. En este sentido, lograr mantener la curiosidad y una postura activa de los niños es uno de los factores claves para obtener una educación exitosa.

El tercer pilar es la revisión o el feedback a partir del error. La detección de los errores permite actualizar y corregir los modelos que elaboramos sobre el mundo. Un buen feedback, es decir, una buena devolución que detecte, explique y corrija el error de forma oportuna es el tercer pilar del aprendizaje y es crucial en la velocidad con la que aprendemos. Además, la calidad y la precisión de la devolución son esenciales (Dehaene, 2019).

El cuarto y último pilar es la consolidación. Esta automatiza y vuelve fluido lo que aprendimos, sobre todo durante el sueño. A través de esta función se pasa de un funcionamiento lento, consciente, laborioso, a un funcionamiento rápido, inconsciente y automático. Nuestro cerebro posee mecanismos de automatización que agrupan las

operaciones que utilizamos frecuentemente a modo de rutinas eficaces. Las transfiere a otras áreas del cerebro, no consciente, donde se pueden desarrollar con autonomía y sin interrumpir a otras operaciones, liberando recursos cerebrales que quedan disponibles para otras operaciones. El sueño es un componente clave en la consolidación ya que, cuando dormimos, nuestro cerebro repasa todo lo que registró durante el día y lo consolida (Dehaene, 2019).

El autor propone que los educadores que logren incorporar estos conceptos en sus estrategias didácticas maximizarán el rendimiento de sus alumnos, asegurando un aprendizaje exitoso.

2.7 De la teoría a la práctica: ejemplos de intervenciones neuroeducativas

2.7.1 Programa Red Light, Purple Light

Existe una gran producción de trabajos empíricos sobre neuroeducación -no siempre haciendo uso de esa palabra clave-, en los que se ponen a prueba distintos programas o estrategias de aula que apelan a alguno de los conceptos presentados en las secciones anteriores; una revisión exhaustiva de ese cuerpo de literatura excede el alcance de este trabajo ya que este no permite abordarlos todos. Sin embargo, con el objetivo de ejemplificar y discutir lo planteado anteriormente, se presenta un ejemplo concreto de las aplicaciones de los conocimientos de las ciencias cognitivas para informar prácticas de aula: la investigación titulada *Red Light, Purple Light! Results of an Intervention to Promote School Readiness for Children From Low-Income Backgrounds* de McClelland et al. publicado en *Frontiers in Psychology*, 2019, la cual fue descrita por autores en un trabajo previo y en este trabajo se compara la efectividad de dos versiones.

El trabajo comienza planteando un problema relevante para la educación inicial, un número importante de niños al ingresar al jardín de infantes poseen habilidades de autorregulación poco desarrolladas. Provenir de hogares de bajos recursos económicos se asocia con una capacidad de autorregulación menor, y este es un factor que explica al menos en parte las brechas académicas vinculadas al nivel socioeconómico.

La autorregulación refiere a un concepto multidimensional que incorpora emoción, cognición y comportamiento. Los aspectos de la autorregulación más relevantes en contextos de aula, se relacionan con tres procesos cognitivos subyacentes de la función ejecutiva (FE): memoria de trabajo, flexibilidad atencional o cognitiva y control inhibitorio (McClelland et al., 2019).

Los autores plantean la necesidad de diseñar programas que promuevan el desarrollo de las habilidades de autorregulación para niños de diversas extracciones socioeconómicas, como estrategia para lograr resultados de aprendizaje exitosos en la escuela (McClelland et al., 2019).

El grupo de investigación del trabajo en discusión creó el programa *Red Light, Purple Light Circle Time Games* (RLPL), una batería de actividades que incluye juegos de música y movimiento que tienen como objetivo fomentar las habilidades de autorregulación. Este programa dura 16 sesiones, con una frecuencia de dos veces por semana, durante 8 semanas. Los juegos, que se imparten en formato de grupo grande en sesiones de 15 a 20 minutos, se centran en las tres funciones ejecutivas (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio) y permiten a los niños practicar la autorregulación en un salón de clases. La intervención consta de cinco juegos (uno jugado por sesión), que se repiten múltiples veces a lo largo de la intervención, pero con niveles crecientes de complejidad en la variación del juego que se reintroduce (McClelland et al., 2019).

En el estudio del 2019, los autores evaluaron y compararon la efectividad de dos versiones de la intervención *Red Light, Purple Light Circle Time Games*. Una versión del programa era una versión de solo autorregulación (SR), y la otra era una versión de autorregulación más matemáticas y lectura (SR+), que se basaba en prácticas para apoyar el desarrollo de la lectura y las matemáticas. Ambos fueron diseñados para que los maestros los administren en aulas de preescolar, siendo estos capacitados para administrar la intervención (McClelland et al., 2019).

El estudio abarcó una muestra de 188 niños (52% niñas) de familias de bajos ingresos que participaban en Head Start, un programa preescolar estadounidense para familias de bajos ingresos. Se reclutó a niños de 13 aulas de Head Start en nueve sitios en el noroeste del Pacífico de los Estados Unidos (McClelland et al., 2019).

Aunque no fue estadísticamente significativo, los niños que recibieron cualquiera de las versiones de la intervención mejoraron más en la tarea que evalúa autorregulación llamada “cabeza, pies, las rodillas y los hombros” (una tarea en la que los niños, siguiendo la popular canción deben tocar la parte opuesta del cuerpo que se nombra) en comparación con el grupo control. Además, los niños que participaron en cualquiera de las versiones de la intervención mejoraron significativamente más en matemáticas durante el año escolar en comparación con los niños del grupo control (McClelland et al., 2019).

Este estudio deja de manifiesto lo complejo que resulta generar intervenciones efectivas incluso cuando estas son informadas por conocimientos provenientes de las ciencias cognitivas.

2.7.2 Mate Marote: estimulación cognitiva en el contexto uruguayo

Otro ejemplo concreto de las aplicaciones de los conocimientos de las ciencias cognitivas para informar prácticas de aula, también en el área de la autorregulación pero en este caso de aplicación local, es la investigación titulada “*A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners*” (Nin et al., 2023).

En la línea del estudio previo, la investigación recién mencionada tomó como punto de partida la relevancia de las funciones ejecutivas (FE) para los aprendizajes. En este sentido, examinó la eficiencia de un programa de entrenamiento corto, cuyo objetivo fue estimular justamente dichos procesos a través de un programa que se implementó en clases de educación inicial de escuelas de nivel socioeconómico alto y bajo (Nin et al., 2023).

La muestra de este estudio estuvo formada por ciento treinta y seis niños que participaron del programa de entrenamiento. Las actividades utilizadas formaban parte de la plataforma gratuita Mate Marote, creada con fines educativos y de investigación. Todas las actividades se realizaron en el contexto de aula, de manera individual en tabletas con auriculares, y antes de comenzar cada juego, los participantes veían un breve video animado que explicaba las reglas y objetivos del juego (Nin et al., 2023).

Los hallazgos mostraron que todos los niños que formaron parte del grupo de entrenamiento incrementaron su capacidad de memoria de trabajo y su rendimiento en una tarea de inteligencia fluida. Sin embargo, los avances en el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva sólo se evidenciaron en los niños provenientes de escuelas con niveles socioeconómicos más bajos. Por lo tanto, este estudio demuestra que el uso de videojuegos en contextos educativos puede facilitar el desarrollo cognitivo en niños de nivel inicial, independientemente del contexto sociocultural en el que se encuentren (Nin et al., 2023).

3. Conclusiones

En este trabajo se buscó analizar si la neuroeducación, como disciplina emergente, puede realizar aportes valiosos que contribuyan a la superación de los retos que la sociedad enfrenta en el campo de la educación. Es decir, si ante el desafío de encontrar nuevas estrategias pedagógicas que permitan alcanzar el éxito escolar, los conocimientos sobre los procesos neurales y cognitivos que subyacen a los procesos de enseñanza-aprendizaje son

pertinentes. No obstante, somos conscientes de la relevancia de los factores estructurales, asociados al nivel socioeconómico, y cuyas consecuencias exceden los posibles alcances de esta disciplina.

Intentando reflexionar sobre esta cuestión podemos ver, a lo largo del trabajo, que existen posiciones divergentes sobre la importancia de considerar la dimensión neurocognitiva a la hora de llevar a cabo las prácticas educativas. En este sentido, se evidencia que la relación entre las ciencias cognitivas y la educación no es sencilla ni lineal. Sin embargo, aún persisten investigadores de ambas disciplinas que realizan importantes aportes para poder establecer un puente entre ellas. En esta línea, las investigaciones realizadas por las ciencias cognitivas son valiosas para llevar a cabo las prácticas educativas siempre y cuando se puedan superar algunas barreras fundamentales. A modo de ejemplo, es necesario que se encuentre un lenguaje común entre los científicos y los educadores, así como que se disponga del tiempo necesario para que ambos puedan trabajar en conjunto. Además, es esencial tener presente que las prácticas educativas se llevan a cabo en un contexto particular, con características singulares y variables que implican una complejidad que excede a los aportes concretos de las ciencias cognitivas y a las condiciones estables e invariables del laboratorio. Por lo tanto, es necesario entender que, si bien las ciencias cognitivas pueden realizar valiosos aportes a la educación, no todos los resultados de las investigaciones del campo cognitivo son enteramente aplicables al aula, la cual atraviesa constantemente situaciones diversas y emergentes.

La primera intervención presentada en el apartado anterior, la cuál se titula "*Red Light, Purple Light! Results of an Intervention to Promote School Readiness for Children From Low-Income Backgrounds*" (McClelland et al. , 2019), evidencia este último punto, es decir, en ella se puede ver que si bien los aportes de las ciencias cognitivas generaron que los estudiantes aumentaran su autorregulación, la intervención no proporciona los resultados esperados, evidenciando que no siempre los aportes de las ciencias cognitivas producen un impacto significativo en contextos específicos de clase. En este sentido, aparece la necesidad de trasladar al aula y poder probar empíricamente los conocimientos emergentes del campo cognitivo. Sin embargo, los resultados obtenidos en la segunda intervención citada en el trabajo, titulada "*A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners*" (Nin et al., 2023), sugieren que es posible desplegar programas de estimulación adaptados a las características locales que logran estimular procesos cognitivos transversales a los aprendizajes. Por lo tanto, estas intervenciones nos permiten concluir de forma práctica lo que a lo largo del trabajo discutimos de forma teórica: si bien los aportes de las neurociencias son de gran utilidad

para pensar las prácticas educativas, no todos los conocimientos provenientes de ellas pueden trasladarse de forma directa, con eficiencia, a las prácticas educativas.

Por otro lado, este trabajo permite dar cuenta del desfasaje existente entre el desarrollo de la neuroeducación en el mundo y el de la misma en Uruguay. Mientras que, en otras partes del mundo, ya aparecen indicios de esta nueva disciplina en la década de 1960, cuando se postula, por primera vez, que se podían adoptar enfoques neuropsicológicos para pensar los trastornos del aprendizaje, en Uruguay, es recién en 2015 que surge el Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje (CICEA), el cual representa la primera aproximación institucionalizada que el país tuvo a la neuroeducación. En este sentido, aunque la neuroeducación es una disciplina joven en nuestro país, parecería que a nivel conceptual este campo emergente está conformándose realmente a partir de un esfuerzo interdisciplinar, y no como un intento de traslación de información en un sentido unidireccional.

4. Referencias bibliográficas

Battro, A. M., Fischer, K. W., y Léna, P. J. (2016). Cerebro educado: Ensayos sobre la neuroeducación (Vol. 232002). Editorial Gedisa.

Béjar, M. (2014). Neuroeducación. *Padres y Maestros*, (355), 49-53. <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/2622>

Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational researcher*, 26(8), 4-16. <https://www.jstor.org/stable/1176301>

Bruer, J. T. (2014). The Latin American School on Education and the Cognitive and Neural Sciences: Goals and challenges. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(1), 1–3. doi:10.1016/j.tine.2014.01

Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación: Revista Digital*, (143). <https://hdl.handle.net/11537/25280>

Carew, T. J., y Magsamen, S. H. (2010). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 67(5), 685-688. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627310006380>

Castorina, J. A. (2016). La relación problemática entre neurociencias y educación: Condiciones y análisis crítico. *Propuesta educativa*, (46), 26-41. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/4030/403049783004.pdf>

Centro de Modelamiento Matemático, Universidad de Chile. (s.f.). Early education. <http://earlyeducation.cmm.uchile.cl/>

Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje. (s.f.). Qué es CICEA. Recuperado el 10 de octubre de 2024, de <https://www.cicea.ei.udelar.edu.uy/que-es-cicea/>

Cervantes Constantino, F., Sanchez-Costa, T. y Carboni Román, A. (2023). Atención: Aportes de las ciencias cognitivas a la educación. En V. Nin y J. Valle Lisboa (Coord.), *Aportes de las ciencias cognitivas a la educación*. Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica.

https://ipes.cfe.edu.uy/images/novedades/novedade_externas/2024/Neurociencias_CICEA.pdf

Curione, K. y Huertas, J. A. (2015). Teorías cognitivas de la motivación humana. En A. Vásquez Echeverría (Ed.), *Manual de Introducción a la Psicología Cognitiva* (pp. 199-222). Universidad de la República.

Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos?: Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro*. Siglo XXI.

Devonshire, I. M., y Dommett, E. J. (2010). Neuroscience: viable applications in education?. *The Neuroscientist*, 16(4), 349-356. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1073858410370900>

Ferreira, A. y Arrieta, A. (2023). Las emociones: mensajeras entre el mundo interior y el exterior. En V. Nin y J. Valle Lisboa (Coord), *Aportes de las ciencias cognitivas a la educación* (147-184). Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica.

Fuller, J. K., y Glendening, J. G. (1985). The neuroeducator: professional of the future. *Theory into Practice*, 24(2), 135-137. <https://psycnet.apa.org/record/1986-15603-001>

Gomez, I. (2023). Introducción: Somos lo que hacen nuestras neuronas. En V. Nin y J. Valle Lisboa (Coord), *Aportes de las ciencias cognitivas a la educación* (13-26). Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica.

Guillén, J. C. (2023). Incidencia en el aprendizaje en el aula de estrategias neuroeducativas basadas en la mejora de las funciones ejecutivas [Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona]. Cora. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/688398#page=1>

Horvath, J. C., y Donoghue, G. M. (2016). A bridge too far—revisited: reframing bruer’s neuroeducation argument for modern science of learning practitioners. *Frontiers in psychology*, (7), 175-193. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2016.00377/full>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2023). Aristas 2022: Informe de resultados de tercero de educación media. <https://www.ineed.edu.uy/aristas-media-2022/>

INEEd (2023). Aristas 2022. Informe de resultados de tercero de educación primaria. Recuperado de

[/https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2022/Aristas-2022-Informe-resultados-tercero-educacion-media.pdf](https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2022/Aristas-2022-Informe-resultados-tercero-educacion-media.pdf)

INEEd (2021). *Aristas 2020. Primer informe de resultados de tercero y sexto de educación primaria.* Recuperado de <https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2020/Aristas-2020-Primer-informe-de-resultados-de-tercero-y-sexto-de-educacion-primaria.pdf>

INEEd. (2020). *Aristas 2018. Informe de resultados de tercero de educación media.* Montevideo: INEEEd. [/https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2018/Aristas-2018-Informe-de-resultados.pdf](https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2018/Aristas-2018-Informe-de-resultados.pdf)

INEEd (2018), *Aristas 2017. Informe de resultados de tercero y sexto de educación primaria,* INEEEd, Montevideo. [/https://aristas2017.ineed.edu.uy/InformeAristas2017.pdf](https://aristas2017.ineed.edu.uy/InformeAristas2017.pdf)

Laurino, J. y Kaczer, L. (2023). La memoria en el aula. En V. Nin y J. Valle Lisboa (Coord), *Aportes de las ciencias cognitivas a la educación* (123-146). Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica.

Latin American School for Education, Cognitive and Neural Sciences (s.f.) <https://www.researchgate.net/publication/260759630> The Latin American School on Education and the Cognitive and Neural Sciences Goals and challenges

Márquez, M. D. (2019). Neuroeducación: Elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI. *Educación y ciencia*, 8(52), 66-76. <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2021/02/NEUROEDUCACION.pdf>

McClelland, M. M., Tominey, S. L., Schmitt, S. A., Hatfield, B. E., Purpura, D. J., Gonzales, C. R. y Tracy, A. N. (2019). Red light, purple light! Results of an intervention to promote school readiness for children from low-income backgrounds. *Frontiers in Psychology*, (10). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02365>

Nin, V., Delgado, H., Goldin, A. P., Fernández-Slezak, D., Belloli, L., & Carboni, A. (2023). A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners. *Journal of Cognitive Enhancement*, 7(1), 19-38.

Pires, A. y González- Perilli, F. (2023). Percepción. En V. Nin y J. Valle Lisboa (Coord), *Aportes de las ciencias cognitivas a la educación* (63-96). Universidad de la República, Comisión Sectorial de Investigación Científica.

Ramus, F. (2016). What is cognitive?
<https://ramus-meninges.fr/2016/08/17/le-cognitif-quesaco-2/>

Facultad de Psicología. (s.f.). I Congreso Uruguayo de Ciencias Cognitivas y II Simposio de Educación, Cognición y Neurociencia. Recuperado el 6 de setiembre de 2024, de
<https://psico.edu.uy/eventos/i-congreso-uruguayo-de-ciencias-cognitivas-ii-simposio-de-educacion-cognicion-y>

Sigman, M., Peña, M., Goldin, A. P. y Ribeiro, S. (2014). Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature neuroscience*, 17(4), 497-502.
<https://www.nature.com/articles/nn.3672>

Thagard, P. (2008). *La mente: Introducción a las ciencias cognitivas*. Katz.