

NEUROACCIÓN: LA NEUROCIENCIA APLICADA A LA EDUCACIÓN FÍSICA

Neuroaction: Neuroscience applied to Physical Education

Begoña Díaz Rincón

Jesús García-Hernández

RESUMEN: *La visión holística de la educación, esto es, buscar un tratamiento sistémico y completo que forme a los discentes de manera integral, es uno de los aspectos más importantes y de máxima actualidad en el ámbito educativo. En este sentido, los avances y descubrimientos aportados por la neurociencia exponen que la Educación Física no puede quedarse al margen de este enfoque, ya que esta materia se constituye como un medio para dinamizar el pensamiento, la cognición, la intelectualidad, la afectividad, y en último término la consecución del bienestar integral. Por ello, y puesto que tradicionalmente las investigaciones en el ámbito de la Educación Física se han centrado en estudiar sus beneficios para la formación física del ser humano, el objetivo de este artículo es analizar la Educación Física desde la perspectiva de la neurociencia, identificando sus principales hallazgos desde una visión global, integral y holística de la educación.*

Palabras clave: *Neurociencia; Neuroeducación; Neuromotricidad; Educación Física; Neuroeducación física.*

ABSTRACT: *The holistic vision of education, that is, seeking a systemic and complete treatment that trains students in an integral way, is one of the most important and current aspects in the field of education. In this sense, the advances and discoveries made by neuroscience show that Physical Education cannot remain on the fringes of this approach, as this subject is a means of stimulating thought, cognition, intellectuality, affectivity and, ultimately, the achievement of all-round wellbeing. For*

this reason, and given that research in the field of Physical Education has traditionally focused on studying its benefits for the physical training of human beings, the aim of this article is to analyse Physical Education from the perspective of neuroscience, identifying its main findings from a global, comprehensive and holistic view of education.

Keywords: Neuroscience; Neuroeducation; Neuromotricity; Physical Education; Physical Neuroeducation.

1. INTRODUCCIÓN

La trascendencia de la capacidad y funcionalidad cerebral en la vida, en los seres humanos y en la sociedad en general es tan grande, que se puede valorar, probablemente como lo más valioso de la evolución. La investigación del cerebro en lo que se denomina neurociencia, ha sido un asunto de gran atracción, no solo para los profesionales de este ámbito, sino también, para los profesionales de la psicología y la educación. Debido a esto, ha surgido una profusión de conceptos derivados de “neuro”, tales como: neuroeducación, neurodidáctica, neuromotricidad o neuroeducación física entre otros.

El progreso de la investigación en el ámbito de la neurociencia ha provocado que se obtengan nuevos conocimientos sobre cuáles son las estructuras del cerebro y sus funciones, evidenciando y clarificando aspectos relacionados con las bases neurales del comportamiento. Este hecho supone un gran avance para el ámbito educativo, ya que, permite a los profesionales de la enseñanza comprender los procesos que se producen en el cerebro de los discentes mientras se sucede el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sobre la base del sinfín de descubrimientos realizados por la neurociencia en las últimas décadas en el ámbito educativo, otra consecuencia directa es el asentamiento de falsas creencias, ideas preconcebidas y erróneas interpretaciones realizadas por parte de la sociedad en general, en relación con los hallazgos aparentemente sencillos de interpretar, pero de manera simultánea complejos para aplicar en el aula. Como resultado a estas exégesis desacertadas, han surgido multitud de neuromitos en la sociedad en la que nos desenvolvemos.

Uno de los neuromitos predominantes entre la población del siglo XXI es que la actividad física y el juego son elementos secundarios en el ámbito escolar, y, por ende, en el desarrollo integral de los niños. Sin embargo, la neurociencia, específicamente la neuromotricidad, muestra cómo analizar el desarrollo motor y físico a lo largo de los primeros años de vida supone comprender la evolución de los procesos mentales, y cómo el entorno, el contexto, la acción motriz y el juego se convierten en incitadores de dichos cambios, y en este sentido, no existe mejor materia que la Educación Física para abordar estos predictores de cambio.

Asimismo, la neurociencia junto a la visión holística de la neuroeducación, muestran cómo la Educación Física debe ser abordada estimando y considerando su significación para la formación integral del alumnado. Debido a esto, resulta fundamental que los profesionales de esta materia reformulen su quehacer docente atendiendo a sus descubrimientos. Por ello, y derivada de los descubrimientos aportados por la nueva ciencia del cerebro, surge la Neuroeducación Física para armonizar e integrar los hallazgos aportados por la neurociencia en relación con el aprendizaje, y específicamente con la Educación Física. Con esta nueva perspectiva se pretende realizar un nuevo planteamiento centrado en la mejora del rendimiento y la salud integral (física, mental, social, emocional e interior) de los estudiantes, ya que, este es el principal propósito de la Educación Física. Por tanto, la Neuroeducación Física surge con el objetivo de dar un nuevo enfoque a la actividad física a través de una mejora de la actividad cerebral.

2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA NEUROCIENCIA

Tratando de proporcionar una definición que abarque todo el espectro de estudio de la neurociencia, Bisquerra (2019:7) propone:

La Neurociencia estudia el sistema nervioso en todos sus aspectos: anatomía, estructura, función, desarrollo ontogénico y filogenético, bioquímica, patología, farmacología, así como de sus efectos en el pen-

samiento, el comportamiento y las emociones. Por lo tanto, la conciencia, el lenguaje, el aprendizaje, la cognición la motivación, la memoria y las facultades mentales.

En esta línea de investigación, Salas (2003), citado por Navarro y Osses (2015), concreta el objeto de estudio de la Neurociencia en el sistema nervioso, con particular interés en cómo la actividad cerebral puede relacionarse con la conducta y el aprendizaje.

En ambas acepciones se pueden contemplar fundamentalmente tres aspectos en común en su objeto de estudio, estos son: aprendizaje, sistema nervioso y conducta. A continuación, procederemos a dar una explicación más detallada del primer elemento por ser nuestro ámbito de estudio.

2.1. Aprendizaje

Los conocimientos neurofisiológicos adquiridos sobre el funcionamiento del ser humano y los cambios que se han producido recientemente en la sociedad han provocado que la neurociencia evolucione de manera eficaz y veloz. En la actualidad, es renombrado el papel que tiene la educación como factor preeminente en el desarrollo integral del individuo y en la evolución de la sociedad. Por ello, el ámbito educativo debe considerar nuevas propuestas y técnicas. En este sentido y derivados del ámbito de la neurociencia surgen la neuroeducación, el neuroaprendizaje y la neurodidáctica.

2.1.1. Neuroeducación

La neuroeducación se define como la disciplina proveniente de la neurociencia que se encarga de investigar y divulgar sobre la optimización del proceso de enseñanza – aprendizaje con base en el funcionamiento del cerebro y los principios neurobiológicos que los sustentan. Es decir, su fin último es aplicar sus descubrimientos al per-

feccionamiento del proceso educativo, buscando entender las adaptaciones y cambios que se producen en el cerebro durante el fenómeno del aprendizaje (Araya-Pizarro y Espinoza, 2020).

Resulta interesante mencionar la idea que expone Béjar (2014:49):

La neuroeducación construye puentes entre la neurociencia básica y sus aplicaciones en educación. Aún existe un importante abismo entre los conocimientos neurocientíficos y sus posibilidades en un sistema educativo real. Parece necesaria la figura de un mediador entre el mundo profesional de la neurociencia y los profesionales de la educación. Esta figura emergente es el “neuroeducador”.

Pero ¿qué es el neuroeducador? Para responder a este interrogante, se propone que, “*se trataría de una nueva figura, que, a modo de renovada síntesis interdisciplinar, fuese capaz de no solo de educar – instruir bien, sino, también (...) de detectar los síntomas más frecuentes que interfieren con el aprendizaje*” (Salinas, 2015:31).

2.1.2. Neuroaprendizaje

En la actualidad, para explicar el proceso y los principios que rigen al aprendizaje ha surgido un nuevo paradigma, “el aprendizaje basado en el cerebro”.

Teniendo en cuenta este nuevo enfoque, el neuroaprendizaje surge en el contexto actual del sistema educativo, y de los recientes descubrimientos de la neurociencia generando la necesidad de la adaptación de la educación. Por ello, los miembros que conforman la comunidad educativa están desafiados a responder con innovación en el proceso de enseñanza – aprendizaje, por tanto, a ser hábiles y creativos para adecuarse a las nuevas perspectivas que surgen y avanzan con paso seguro.

En este aspecto Pherez, Vargas y Jerez (2018), plantean que para que esta adaptación sea posible es necesario que los docentes conozcan el funcionamiento del órgano responsable del aprendizaje (cere-

bro), reflexionando sobre los aspectos que interfieren en el aprendizaje, con el objetivo de que los discentes puedan desarrollarse como seres autónomos, independientes y autorregulados.

Recogiendo las ideas expuestas, podemos definir neuroaprendizaje en: la disciplina que combina psicología, pedagogía y neurociencia para explicar el funcionamiento y los cambios que se producen en el cerebro durante el proceso de aprendizaje, adquiriendo herramientas para cubrir las necesidades educativas.

En esta misma línea de investigación, es necesario mencionar uno de los descubrimientos más recientes, la neuroplasticidad. Como se ha visto en la definición del término neuroaprendizaje, cuando un individuo asimila nueva información su cerebro se modifica, estos cambios se producen debido a la creación de nuevas conexiones neuronales. Por tanto, la neuroplasticidad es la capacidad que posee el cerebro para modificarse como resultado del aprendizaje permitiéndole reestructurarse para adaptarse a las diferentes situaciones (Zambrano y Vera, 2020).

Otro de los fenómenos relacionados con el aprendizaje es la neurogénesis. Esta refuta el fundamento expuesto por Ramón y Cajal, según el cual las neuronas no se reemplazan.

Hoy en día, existen multitud de estudios científicos que evidencian la proliferación de nuevas neuronas en el cerebro, donde el aprendizaje y la memoria juegan un papel fundamental para que estas consigan sobrevivir y adaptarse.

Aunque se describirá de forma más exhaustiva posteriormente, resulta necesario mencionar brevemente otro de los factores fundamentales para la neuroplasticidad y la neurogénesis: la actividad física. Hossein y Saba (2017) explican que existen multitud de evidencias que exponen que la plasticidad cerebral y la neurogénesis aumentan en respuesta a la actividad física. También, Van Praag (2008) explica que el ejercicio físico genera un fuerte aumento de la neurogénesis en el giro dentante del hipocampo.

2.1.3. Neurodidáctica

Paniagua (2013) enmarca la neurodidáctica como la unión entre las ciencias cognitivas y la neurociencia con la educación, con el fin de elaborar estrategias metodológicas y didácticas eficaces y eficientes que promuevan un mayor desarrollo cerebral.

Esta rama de la neurociencia centra su atención en el papel de los docentes, percibiéndolo fundamentalmente en su rol de educador como un “modificador cerebral”. Como ya se ha visto, este nuevo rol aparece debido al descubrimiento de cómo el aprendizaje provoca modificaciones en el cerebro.

Por todo ello, se plantea la necesidad de que los docentes se formen en los conocimientos que aportan estas nuevas ramas de la neurociencia, ya que, a través de estas nuevas metodologías tendrán la oportunidad de crear sinapsis en los alumnos de manera consciente provocando aprendizajes significativos.

3. CONTRIBUCIONES DE LA NEUROCIENCIA Y NEUROMITOS

Los neurocientíficos de la educación ofrecen listas de principios que buscan describir conceptos de la neurociencia importantes para la educación. Las opiniones sobre las ideas que aportan exactamente conocimientos al mundo educativo varían en función del investigador.

Los neurocientíficos exponen como eje central la plasticidad sináptica (Dubinsky et al., 2019). Por otra parte, apuntan que las funciones ejecutivas y el impacto de los sistemas afectivos y homeostáticos (sueño, estrés, nutrición y ejercicio) son relevantes para los procesos cognitivos y educativos (Ansari et al., 2017; Dubinsky et al., 2013, citados en Dubinsky et al., 2019).

También, se hace especial hincapié a contribuciones específicas relacionadas con el aprendizaje, la memoria, la atención, la motivación, la inteligencia socioemocional, la metacognición o los sistemas corporales.

3.1. Contribuciones generales a la educación

Para enunciar los descubrimientos más relevantes de la neurociencia en relación con la educación, De Sousa (2016) hace especial hincapié en las siguientes ideas:

- Reconocer que la inteligencia y la creatividad son habilidades separadas, y que ambas pueden ser modificadas por el entorno y la escuela.
- Reafirmar que el cerebro humano se reorganiza a sí mismo continuamente a partir de los inputs.
- Mostrar cómo el cerebro adquiere el lenguaje hablado.
- Reconocer que el movimiento y el ejercicio físico mejoran el ánimo, aumentan la masa cerebral, y potencian el proceso cognitivo.
- Mostrar cómo las emociones afectan al aprendizaje, a la memoria y al recuerdo.
- Estudiar los efectos de la privación del sueño y el estrés sobre el aprendizaje y la memoria.
- Seguir el crecimiento y desarrollo del cerebro para comprender mejor la conducta imprevisible de los adolescentes.

Este breve compendio de ideas resalta la necesidad de atender a la relación existente entre neurociencia y educación. En una acelerada sociedad del conocimiento, toda ciencia que investigue y examine cómo potenciar el desarrollo integral del alumnado y cómo

conseguir estrategias y metodologías de enseñanza-aprendizaje eficaces y eficientes, debe considerarse un objetivo de unión prioritario con la educación.

3.2. Refutando neuromitos

Resulta necesario abordar y desmentir todos los conceptos erróneos, ya que, de no ser así, los radiantes avances de la neurociencia y la neuroeducación pueden ser obstaculizados por estos neuromitos. En palabras de Marina (2012:7), “*si no se precisa el modo de colaboración entre neurociencia y educación, todos estos movimientos pueden quedarse como una nota a pie de página en la historia de la educación*”.

Atendiendo a la literatura científica pueden considerarse como predominantes entre la población los siguientes neuromitos (Marina, 2012; Forés et al., 2015; Medel y Camacho, 2019): (1) únicamente utilizamos el 10% de nuestro cerebro; (2) pasar más horas en la escuela significa más aprendizaje; (3) para lograr un aprendizaje es necesario salir de nuestra zona de confort; (4) escuchar obras de Mozart hace que seamos más inteligentes; (5) con trabajo y seriedad se facilitan los aprendizajes; (6) el proceso de enseñanza-aprendizaje es guiado por el hemisferio cerebral dominante; (7) El sueño nos permite descansar, pero no conlleva ningún beneficio cognitivo; y (8) lo importante para el cerebro sucede antes de los 3 años.

Por último, por ser el objeto de estudio del presente artículo nos detendremos en refutar el neuromito que expone que: *la actividad física es un elemento secundario en el proceso de enseñanza – aprendizaje*.

Actualmente, este neuromito resulta ser una realidad incluso en los marcos legislativos que regulan la actividad educativa y la actuación docente. Este hecho se puede observar en la menor carga temporal y lectiva que se les conceden a las áreas relacionadas con el deporte y las artes.

Sin embargo, las recientes investigaciones en neurociencia indican que realizar ejercicio físico de manera regular puede modificar el entorno químico y neuronal, facilitando el aprendizaje. En esta línea de investigación Jesús Guillén explica que *“la actividad física genera una serie de neurotransmisores, como la serotonina, la noradrenalina y la dopamina, que mejoran el estado de alerta, la atención y la motivación, factores que son imprescindibles para que se dé el aprendizaje”* (Guillén, 2015:12).

Todos los neuromitos enunciados ponen de manifiesto la necesidad existente de que la educación, no sólo tiene la responsabilidad de aprovechar los conocimientos producidos por la neurociencia, sino también debería demandar a los neurocientíficos la aclaración de ciertos temas de interés educativo (Marina, 2012). Todo ello en beneficio de los alumnos y con el menester de que los docentes puedan educar “con” y “en” la realidad.

4. NEUROMOTRICIDAD Y APRENDIZAJE EN LA INFANCIA

Analizar el desarrollo motor a lo largo de los primeros años de vida, supone estudiar cómo evoluciona y se modifica el cerebro de los niños, y cómo el entorno y el contexto, se convierten en los incitadores de dichos cambios (Ruiz, 2019).

En la actualidad, la neurociencia ha evidenciado que desde la edad fetal temprana, el comportamiento motor ya es modulado por la actividad cortical e influenciado por el entorno (Hadders-Algra, 2018).

En este contexto surge la neuromotricidad como la encargada de estudiar la relación entre las neurociencias y la motricidad, sin olvidar la parte psicomotriz del movimiento. Díaz-Jara (2019:170) la concreta en *“el análisis de los aspectos neurológicos que intervienen en el desarrollo de un movimiento, su programación, su control y la adquisición de los modelos de ejecución del mismo”*.

Tal es la importancia del desarrollo motor de los niños que el marco normativo vigente (Real Decreto 126/2014 y Real Decreto

1105/2014) se apoya en los resultados del informe EURYDICE, planteando que la Educación Física Escolar tiene como finalidad principal el desarrollo de la competencia motriz (Cortés, Veloso y Alfaro, 2021).

Una vez establecido el punto de partida resulta necesario proporcionar una definición que comprenda todas las dimensiones que abarca la competencia motriz. González-Romero (2015) la precisa como el sistema integrado de capacidades cognitivas, psicológicas, actitudinales y procedimentales que interactúan para solventar con eficacia y eficiencia una situación en un contexto concreto, que ha sido adquirido por un sujeto por medio del aprendizaje y que le permite afrontar similares o nuevos problemas en otros contextos (citado en Gómez et al., 2021).

4.1. Desarrollo motor

Existen multitud de investigadores que exponen la descripción de la progresión de los cambios que acontecen en el desarrollo motor de los niños a través de metáforas, por ejemplo, la montaña de Clark en 1994 y el paisaje epigenético del desarrollo motor de Thelen y Smith en 1998.

A continuación, se desarrolla la metáfora del cerebro luriiano, que siguiendo a Ruiz (2019) relaciona el desarrollo motor con los cambios que suceden en el sistema nervioso y el cerebro.

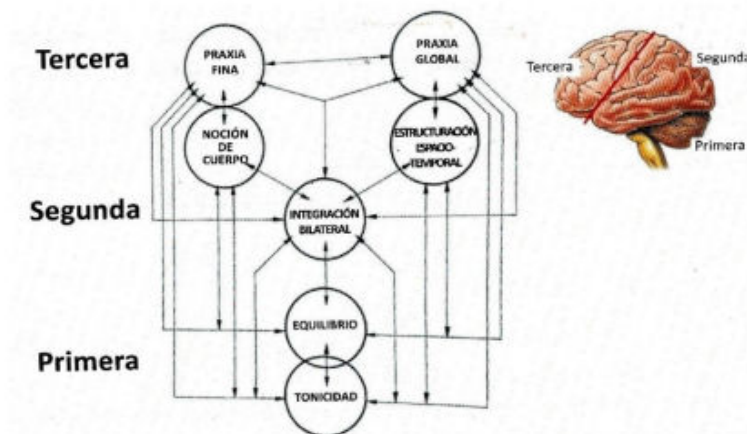
- El cerebro de Luria: Vito Da Fonseca

Vito Da Fonseca fundamenta esta metáfora en relación con las unidades funcionales propuestas por Alejandro Luria, el cuál defendía que el cerebro humano se componía de tres grandes unidades funcionales: la primera centrada en los procesos de atención, vigilancia, selectividad e integración de las informaciones; la segunda sería la responsable de la recepción, análisis, elaboración, memoria, codificación, recodificación y síntesis de la información; y la tercera se encargaría de la programación, planificación y regulación de las acciones. Da Fonseca en el año 1996 expuso que, si se realizara una

incisión longitudinal en el cerebro y se observaran las diferentes partes desde el tronco cerebral hasta la corteza, se podría conocer el proceso ontogénico de la motricidad infantil. Con todas estas ideas propuso la progresión del desarrollo psicomotor de los niños a través de 4 grandes inteligencias:

1. Inteligencia Neuromotora (0-2 años): en esta inteligencia resulta fundamental el tronco cerebral y el cerebelo para mantener el equilibrio y la tonicidad.
2. Inteligencia Sensomotora (2-6 años): esta inteligencia permite la adquisición de los patrones motores fundamentales. En esta juegan un papel clave las zonas de integración informativa de diferente origen en el cerebro.
3. Inteligencia Perceptivo-Motora (6-12 años): se vincula con la tercera unidad funcional, y se caracteriza por la adquisición de comportamientos más elaborados y estratégicos suponiendo un refinamiento psicomotor.
4. Inteligencia Psicomotriz (+ 12 años): integra el resto de las inteligencias y es la expresión de un desarrollo motor pleno con la mejora de los aprendizajes instrumentales, deportivos y artísticos.

Figura 1: *Modelo Da Fonseca y unidades funcionales del cerebro según A. Luria.*



Fuente: Ruíz (2019, p. 166).

Conocer el desarrollo neurofuncional de los niños nos permitirá favorecer la inteligencia psicomotora, siendo esta la base de los procesos de mielinización neural, así como la activación del cerebro y el cuerpo calloso (Díaz-Jara, 2019). Además, permitirá a los docentes de Educación Física establecer la metodología más apropiada para conseguir estos objetivos.

4.2. Apreciaciones para favorecer el desarrollo motor

Sousa (2014) plantea que la razón principal para justificar la contribución de la acción motriz en el desarrollo cognitivo es que los animales tienen cerebro y las plantas no, porque éstos pueden desplazarse por deseo propio. Por tanto, con esta reflexión hace explícita la idea de que es la necesidad de movimiento la que hace que exista cerebro.

En esta línea de investigación Pellicer (2015) expone la conclusión de un estudio llevado a cabo por el neurólogo Fernando Gómez-Pinilla de la Universidad de UCLA. En él, se afirma que el cerebro que poseemos actualmente se formó a través del movimiento y de la necesidad de ejercicio.

“Si nos levantamos y nos movemos suena la melodía del cerebro y del cuerpo” (Sousa, 2014:15).

“Tenemos que levantar a nuestros estudiantes de nuestras sillas y hacerlos mover” (Ratey, 2012, citado en Pellicer, 2015:57).

“Aprender, no se refiere solo a leer, escribir y saber matemáticas, sino que estas se construyen sobre la plena relación entre el cuerpo y el cerebro” (Goddard, 2017, citado en Díaz-Jara, 2019:169).

Todas estas referencias ponen de manifiesto una noción propuesta por la neurociencia y que cada vez gana más adeptos, la reivindicación de la interdependencia entre cuerpo y cerebro.

Dada la importancia del desarrollo motor debemos tener en cuenta una serie de consideraciones o principios que orienten la selección o

el diseño de tareas que favorezcan la emergencia de comportamientos motores autónomos. Ruiz (2019) expone 5 principios que se deben considerar para favorecer el andamiaje del desarrollo motor:

1. **Extendido:** la actuación de los alumnos va más allá de los límites del cuerpo. Su acción se prolonga en los elementos y materiales que emplea.
2. **Contextualizado:** fomentar e impulsar el desarrollo motor supone una pedagogía de situaciones concretas y de incitaciones específicas.
3. **Apoyado:** el docente se convierte en un modelo encargado de incitar, proponer y apoyar. Tiene que trabajar en su zona potencial de desarrollo motor, es decir, debe diseñar y seleccionar tareas que toleren la posibilidad de ser modificadas por el dinamismo y la iniciativa del alumno.
4. **Corporizado:** se deben plantear una amplia oferta de tareas motrices que favorezcan los ciclos de percepción-acción, sus movimientos y desplazamientos. El discente tiene que comprender que puede percibir para actuar, y actuar para perfeccionar sus percepciones.
5. **Inmerso:** el desarrollo motor se convierte en un proceso mediante el cual los alumnos se adueñan de su cultura motriz. En el curso de este proceso las neuronas espejo juegan un papel fundamental.

Desde esta perspectiva, la Educación Física se debe comprender como una metodología pedagógica activa, crítica y flexible, como un medio que conduce al progreso y mejora en el desarrollo de las habilidades intelectuales, emocionales y sociales de los discentes (Mas, Jiménez y Riera, 2018). El alumno, su cuerpo y su cerebro, precisan retos para estar en forma, necesitan explorar, moverse, manipular objetos y ejercer su motricidad (Ruíz, 2019).

El colegio debe proponer escenarios que favorezcan el desarrollo cerebral de manera ergonómica, es decir, generar oportunidades para aprender a través de la práctica y de esta manera facilitar el paso de

lo potencial a lo funcional (Aberkane, 2017). Esta aportación pone de manifiesto la idoneidad de la Educación Física para desarrollar y mejorar el aprendizaje, pues es la asignatura eminentemente vivencial (Pellicer, 2015).

En suma, frente una educación que promueva el sedentarismo y un desarrollo cerebral pasivo, se propone una educación activa basada en la propiedad primordial que posee el cerebro, la acción (Ruíz, 2019).

5. LA NEUROEDUCACIÓN FÍSICA

La visión holística de la educación, es decir, buscar un tratamiento sistémico y completo que forme a los discentes de manera integral, es uno de los aspectos más importantes y de máxima actualidad en el mundo educativo. Debido a esto, la Educación Física no puede quedarse fuera de este enfoque global. Como expone Manzano (2006) la Educación Física se apoya en el movimiento y el cuerpo como instrumentos para la formación integral del alumno en sus diferentes ámbitos: motor o físico, social, intelectual o cognitivo, afectivo y moral.

En las últimas décadas el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles producto del sedentarismo comienzan a conceder un lugar importante a la actividad física como un método efectivo para prevenirlas y/o combatirlas. Sin embargo, la actividad física posee un potencial que va más allá del bienestar y la belleza corporal, ya que, se encuentra íntimamente relacionada con la protección del cerebro y las capacidades cognitivas (Mauriera, 2018). Este hecho valida la famosa tesis defendida por el poeta latino Juvenal (siglo I d.C) en una de sus sátiras: “*Mens sana in corpore sano*”.

Con esta visión, la Educación Física se convierte en una medicina natural para el correcto funcionamiento del organismo tanto a nivel cardiovascular como mental, contribuyendo a la mejora del rendimiento cognitivo y académico de los discentes (Navarro, 2018).

Además, el valor de la Educación Física no solo recae a nivel pedagógico, sino que también actúa como un factor de prevención de primer orden a nivel socio-sanitario, mental y emocional (Navarro, 2018).

Las investigaciones recientes en neurociencia exponen que la práctica de actividad física regular en niños que se encuentran en edad escolar, reporta multitud de beneficios a nivel cerebral, una incidencia positiva en las funciones ejecutivas, en el aprendizaje, y, en definitiva, al desarrollo adecuado de los discentes a nivel personal y académico (Guillén, 2018). Es decir, la actividad física provoca directamente una mejora en la calidad educativa, un progreso real y profundo a todos los niveles, no sólo en lo relativo al éxito académico y la mejora de las calificaciones, puesto que la actividad física genera beneficios exponenciales y colaterales que se dan en todos los niveles del alumnado (Pellicer, 2015).

Partiendo de estas premisas surge la Neuroeducación Física definida por Mauriera (2018) como una disciplina que aúna los conocimientos y logros alcanzados por la neurociencia con la Educación Física, con el objetivo de otorgar un nuevo enfoque a la actividad física que mejore la calidad de vida mediante una mejora de la actividad cerebral. Más específicamente, Pellicer (2015) propone la Neuroeducación Física como un planteamiento saludable ampliado que pretende aportar bienestar a toda la persona en su magnitud para un fin mayor: lograr la salud integral del estudiante. Para ello, esta autora especifica 5 dimensiones que se deben abarcar: la salud física; la salud mental; la salud emocional; la salud interior; y la salud social, que a partir del cuerpo y la acción motriz constituyen el camino real hacia el bienestar integral.

En definitiva, los diferentes aspectos que comprende la neurociencia con el objetivo de lograr una vida sana son inherentes a la materia de la Educación Física. En esta línea la neurociencia abala lo que siempre habíamos intuido: la Educación Física es una materia que proporciona innumerables beneficios al ser humano (Pellicer, 2015).

A continuación, y como resultado principal del presente artículo, se expone el enfoque de la materia de Educación Física desde la perspectiva de la ciencia del cerebro. En este planteamiento se describirán de manera más exhaustiva los beneficios que la actividad y el ejercicio físico reportan al aprendizaje, el rendimiento escolar, a nivel cognitivo, cerebral, y en consecuencia a la salud mental, por ser los principales objetos de estudio de la neurociencia y la neuroeducación. No obstante, dado que uno de los principales propósitos de la Educación Física es aportar bienestar a los alumnos en toda su magnitud, se abordarán brevemente las 4 dimensiones restantes de la salud (física, emocional, interior y social) y que también se ven potenciadas por la actividad y el ejercicio físico.

5.1. La salud mental y el rendimiento cognitivo

En la actualidad, la neurociencia ha mostrado multitud de evidencias científicas que relacionan de manera significativa que la práctica regular de actividad y ejercicio físico producen numerosos beneficios para la salud cognitiva. Por tanto, el compromiso con nuestra biología converge en la materia de Educación Física, ya que, es el emplazamiento perfecto para que los discentes sean conscientes del potencial de la actividad física debido a que, a través de ella, se convierten en agentes activos y responsables de su propio bienestar (Pellicer, 2015). Santiago Ramón y Cajal, médico y científico español acuñó una frase de notable anticipación conceptual al afirmar que: *“Todo ser humano, si se lo propone, puede ser escultor de su propio cerebro”*.

A continuación, se exponen las diversas evidencias recogidas en la revisión de la literatura científica y que relacionan los beneficios que la actividad física reporta a la cognición, a la actividad cerebral y a la salud mental:

En primer lugar, estudios como el de Chaddock (2010) y el de Erickson (2011) obteniendo neuroimágenes a través de resonancia magnética, demuestran que el ejercicio físico regular favorece el aumento de ciertas áreas del hipocampo en un 2% revirtiendo ciertos

factores que aceleran el envejecimiento y mejorando las puntuaciones en tareas relacionadas con la memoria (citados en Muñoz-Parrero y Belando-Pedreño, 2019).

A su vez, otro de los beneficios que reporta la práctica de actividad física es una mejora en la plasticidad cerebral, siendo esta la base para explicar cómo se produce la memoria y el aprendizaje. También, al hacer ejercicio físico se favorece el proceso denominado angiogénesis, el cual consiste en la creación de nuevos vasos sanguíneos y que se encuentra estrechamente relacionado con la neurogénesis (Guillén, 2018). En esta misma línea de investigación, Frontiñan y Rossignoli (2019) exponen que la práctica habitual de ejercicio físico provoca un incremento en el proceso de sinaptogénesis, esto es, la creación de nuevas conexiones entre neuronas.

Por otra parte, multitud de estudios evidencian que una mejora de la condición física en los niños en edad escolar provoca grandes beneficios en áreas cerebrales específicas que se encuentran directamente relacionadas con el aprendizaje. Como expone Mora (2013), el ejercicio físico genera en la corteza cingulada anterior (área clave en los procesos cognitivos) un aumento de vasos sanguíneos, un incremento en su volumen y en su actividad neuronal.

Asimismo, se ha comprobado que un aumento en la condición aeróbica está relacionado con un incremento en el tamaño de los ganglios basales, estructura relacionada directamente con el control cognitivo-motor y el aprendizaje (Chaddock et al., 2010, citado en Ruiz, 2019). Otro componente cerebral esencial para el equilibrio, la postura, la motricidad y la cognición es el cerebelo. Sousa (2014) expone que el cerebelo juega un papel fundamental en la coordinación de los procesos cognitivos. Según informan los descubrimientos de los neurocientíficos, con la ausencia de una actividad física regular, las neuronas del cerebelo tienden a ser podadas (poda sináptica) lo cual implica un aumento en la complejidad para coordinar los procesos cognitivos (Pellicer, 2015).

Por otra parte, resulta necesario mencionar e incidir en que, en la última década con la aparición de la neurociencia, el músculo esquelético ha pasado de ser estudiado como un simple organismo contráctil encargado del movimiento, a ser examinado como un órgano endocrino altamente activo. Este cambio de perspectiva se debe a que, a nivel molecular y gracias a la realización de actividad y ejercicio físico regular, se ha demostrado que es productor de multitud de hormonas con acción endocrina y paracrina, denominadas miokinas (Pellicer, 2015). Una de estas miokinas es el BDNF (*Brain-derived neurotrophic factor*) producido principalmente por el sistema nervioso central (Pellicer, 2015). Para mostrar la importancia del BDNF a nivel cerebral y su implicación en el aprendizaje destacamos las ideas propuestas por Pellicer (2015:32):

El BDNF es un link biológico crucial entre el pensamiento, las emociones y el movimiento, responsable de mantener a las células de nuestro cerebro jóvenes y alegres. El aumento de BDNF es el que permite incrementar el aprendizaje (al encender la atención y la motivación), así como la memoria. También prepara a las neuronas para crecer y expandirse, siendo esta la única manera de aprender”

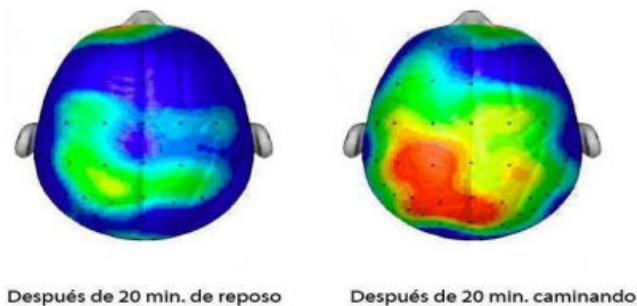
Tal es la significación de este factor neurotrófico que Ratey (2008), un reputado profesor de medicina de la Universidad de Harvard, lo denomina como, “la sustancia milagrosa” para el rendimiento cognitivo. Además, otro de los grandes beneficios del BDNF es que activa el córtex prefrontal (responsable de las funciones ejecutivas), y protege al cerebro frente a la isquemia (Codina, 2019).

Paralelamente, la práctica regular de ejercicio físico bombea otras sustancias químicas que juegan un papel fundamental en la mejora de la salud mental y el rendimiento cognitivo de los discentes. Estas sustancias provocadas por la actividad física son diversos factores de crecimiento tales como: IGF-1 (*Insuline-like growth factor*), VEGF (*Vascular endothelial growth factor*) y FGF-2 (*fibroblast growth factor*) (Pellicer, 2015). Estos elementos provocan un efecto estimulante sobre el BDNF y tienen el objetivo de vincular directamente el cuerpo con el cerebro.

Siguiendo en esta línea de investigación, Wran et al. (2013) de la Universidad de Harvard, han evidenciado que el ejercicio de resistencia aeróbica induce e incita en el músculo la expresión de la proteína PGC1 α , que, a su vez, estimula el gen Fndc5, secretado en forma de irisina, la presencia de esta hormona estimula la producción del BDNF y su ausencia se vincula con la neurodegeneración cerebral (citado en Pellicer, 2015).

Asimismo, otro de los descubrimientos de la neurociencia es que la realización de actividad física tiene efectos acumulativos sobre el cerebro. Esto se refiere a la capacidad del cerebro para tolerar y adaptarse a los cambios, es decir, la actividad física está directamente vinculada con la denominada reserva cognitiva (Pellicer, 2015). Al mismo tiempo, el ejercicio físico reporta un incremento en la capacidad de los glóbulos para absorber oxígeno, de lo que se deriva una mejora de la función cerebral, muscular, pulmonar y cardíaca (Blakemore y Frith, 2006). Además de provocar este aumento en la capacidad de absorber oxígeno, el ejercicio físico provoca un aumento en el flujo sanguíneo que se traduce en un incremento de la actividad cerebral (Morgado, 2015, citado en Pellicer, 2015).

Figura 2: *Scanner de los efectos del ejercicio físico en el cerebro.*



Fuente: Pellicer (2015, p. 23).

A la vista de estos resultados surgen preguntas como: ¿Cuál es el mejor ejercicio para mejorar el rendimiento cognitivo? ¿Cuánto debe

durar? ¿Durante cuánto tiempo se debe realizar ejercicio para comenzar a observar mejora en el rendimiento cognitivo? Atendiendo a Pellicer (2015) el ejercicio cardiovascular y de resistencia son los tipos de actividad física que más beneficios producen a nivel cognitivo, observándose una mejora en la velocidad de procesamiento de la información y la retención del aprendizaje. El ejercicio cardiovascular moderado y crónico produce adaptaciones a nivel cerebral provocando una mejoría en funciones ejecutivas como: la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad atencional (Pellicer, 2015).

Una vez establecido el tipo de ejercicio que más beneficia a nivel cognitivo nos centramos en resolver las cuestiones relacionadas con la intensidad y el tiempo necesario para obtener los beneficios cerebrales resultantes de la práctica de actividad física. Aunque no existe una respuesta única a estos interrogantes debido a las particularidades de cada ser humano, se exponen una serie de recomendaciones recogidas por diversos científicos e instituciones:

Pellicer (2015) presenta una serie de sugerencias para obtener el máximo beneficio para la salud mental y el rendimiento cognitivo:

- Realizar 30 minutos de actividad física moderada y 30 minutos de actividad vigorosa la mayoría de los días de la semana sin contar con las sesiones de Educación Física.
- Efectuar ejercicios de resistencia muscular, flexibilidad y coordinación al menos 2 días de la semana.

Mauriera (2018) expone que el trabajo físico aeróbico de carrera suave durante 30 minutos 3 veces a la semana provoca una mejora en el rendimiento en pruebas cognitivas.

El American College of Sport Medicine recomienda dedicar al menos 150 minutos semanales de actividad aeróbica de intensidad moderada para obtener los beneficios cognitivos citados y mantener una buena salud mental (Guillén, 2018). La recomendación de actividad física en niños según el Departamento de Salud Pública de los

Estados Unidos para mejorar el funcionamiento del cerebro es realizar al menos 60 minutos o más, de actividad física aeróbica al día de intensidad moderada o intensa (Navarro, 2018).

En conjunto, los estudios e investigaciones actuales en neurociencia sugieren que realizar entre 60 y 90 minutos de actividad física diarios provocan grandes beneficios en la salud mental, un mejor funcionamiento cerebral y un rendimiento cognitivo superior, en personas de cualquier edad, especialmente en la infancia y en la adolescencia (Navarro, 2018).

Como se ha expuesto, la práctica puntual de actividad física no es suficiente para provocar mejorías a nivel cerebral, cognitivo y en la salud mental. Esta debe ser practicada con asiduidad y con un volumen, calidad, intensidad y frecuencia adecuada (Navarro, 2018). Para crear adhesión a la actividad física no existe mejor escenario que la Educación Física Escolar, ya que, los docentes de esta asignatura pueden generar contextos agradables a través del juego como herramienta de aprendizaje.

El juego provoca sinergias entre el sistema dopaminérgico mesolímbico y mesocortical, por ello es considerado un instrumento autotélico: instrumento porque mejora las funciones cognitivas; y autotélico porque es placentero en sí mismo (Sánchez y Collado, 2018). Como afirma la ensayista, poeta y naturalista norteamericana Diane Ackerman, “jugar es la forma favorita de nuestro cerebro para aprender”. Debido a esto, la Educación Física posee una riqueza pedagógica para crear actividades de enseñanza - aprendizaje o tareas competenciales atractivas, donde el alumnado puede obtener numerosos beneficios.

Por todo ello, desde la perspectiva de la Neuroeducación Física, no es suficiente proponer sesiones de ejercicio físico a nuestro cerebro, sino que, los maestros deben: organizar e indicar cuánto, cómo, dónde y con qué material, tratar de crear contextos y entornos divertidos, proponer tareas en las cuales los alumnos tengan que resolver problemas, tomar decisiones y conseguir retos (Navarro, 2018).

5.2. La salud física

En un entorno caracterizado por la incertidumbre, la escuela, la Educación Física, y en este caso, la salud física deben responder a los retos de esta sociedad. Atendiendo al currículo actual, desarrollar la salud física para mejorar la calidad vida y el bienestar de los alumnos son ejes vertebradores de la Educación Física (Pellicer, 2015).

En la actualidad, la neurociencia avala la importancia de la salud física para la salud cerebral. Mora (2010) en su innovador planteamiento desde la nueva ciencia del cerebro, habla de la esquizofrenia evolutiva para referirse al sedentarismo, cuestión que hoy en día sigue en aumento. Ante tal realidad, la neurociencia muestra una preocupación creciente por la adquisición de hábitos saludables en la escuela. Entendemos por hábitos saludables a todos aquellos aspectos cotidianos de la vida que afectan a nuestra salud y bienestar, y, por ende, son significativos para la Neuroeducación Física y el aprendizaje (Pellicer, 2015).

Debido a esto y siguiendo a Pellicer (2015) la salud física bajo la perspectiva de la Neuroeducación Física tiene las siguientes intenciones: (1) concienciar al alumnado sobre los beneficios de la práctica física para la salud; (2) adquirir unos hábitos posturales en las tareas de la vida; (3) consolidar hábitos higiénicos; (4) reconocer las características de la alimentación equilibrada; (5) reflexionar sobre los riesgos del sedentarismo; y (6) utilizar de forma crítica las tecnologías de la información (TIC) en beneficio de la salud.

Por todo ello, la Neuroeducación Física se convierte en un escenario de aplicación de los descubrimientos de la neurociencia permitiendo favorecer el aprendizaje de los hábitos saludables cotidianos, retrasando el envejecimiento cerebral, garantizando una mejora en la calidad de vida y provocando un perfeccionamiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

5.3. La salud emocional

Detectar las emociones en los discentes resulta fundamental en el proceso de enseñanza – aprendizaje, como expone Mora (2017:41) *“es esencial conocer el mundo de las emociones para captar la esencia de la enseñanza”*.

La Educación Física supone una asignatura esencial, ya que, posee elementos pedagógicos que son fundamentales y vitales para la salud emocional, y que no son legítimos en otras asignaturas. Entre ellos podemos destacar: dinámicas de quietud (ejercicios de respiración, relajación o reconectar con la calma y el bienestar) o técnicas de liberación energético emocional (gritar, saltar, correr, bailar, etc.) (Pellicer, 2015).

Por otra parte, Ratey (2008) demostró que la práctica de ejercicio físico contribuye a rectificar y mejorar los comportamientos disruptivos de los alumnos en el aula puesto que, al realizar ejercicio físico se activa el córtex prefrontal, encargado de iniciar o posponer respuestas y evaluar las consecuencias de nuestros actos.

Asimismo, se ha evidenciado que la realización de ejercicio físico optimiza habilidades como el pensamiento flexible, la atención selectiva y la inhibición de respuestas inapropiadas (Chaddock et al., 2012, citado en Pellicer, 2015).

Mora (2010) expone que el ejercicio aeróbico es el mejor tratamiento para el estrés crónico, ya que, produce dos sustancias químicas a nivel cerebral: (1) el GABBA (*gammaaminobutyric acid*) que resulta ser el principal neurotransmisor inhibitor cerebral; y (2) el ANP (*atrial natriuretic peptide*) encargado de frenar el estado de hiperexcitación. Además, ambas sustancias resultantes de la práctica de ejercicio físico obstaculizan la segregación de glucocorticoides, como, el cortisol (Pellicer, 2015).

Por otra parte, la actividad física estimula la segregación de una serie de neurotransmisores que poseen gran relevancia a nivel emocional.

En primer lugar, la práctica de ejercicio físico aumenta la secreción de endorfinas que actúan a nivel cerebral inhibiendo el dolor y provocando multitud de experiencias subjetivas, tales como: aumentar la autoestima, sensación de bienestar, disminución de la ansiedad, mejorar el estado anímico, etc. (Pellicer, 2015).

Ibarrola (2013) muestra cómo el ejercicio físico contribuye a incrementar los niveles de serotonina, un neurotransmisor que provoca en el ser humano calma, humor estable, adaptabilidad y paciencia. En este sentido, la neurociencia ha demostrado que, al accionar la musculatura, se liberan ácidos grasos en sangre, que en conjunto con el triptófano (aminoácido esencial) provocan la producción de serotonina (Ratey, 2008).

Otro de los neurotransmisores que se libera como resultado de la actividad física es la dopamina, vinculándose esta con el buen humor, la motivación y el espíritu de iniciativa (Pellicer, 2015).

Asimismo, otro de los neurotransmisores resultantes de la práctica de ejercicio físico es la norepinefrina, analizada para comprender el humor, y que posee un alto impacto positivo en la atención, la percepción, la excitación y la motivación (Ratey, 2008).

Por último, otro de los grandes argumentos para justificar la importancia de la Educación Física en la salud emocional, es el papel que juega en el empoderamiento personal. La acción motriz provoca en el ser humano grandes valores personales, (esfuerzo, perseverancia, superación, etc.) que favorecen este proceso.

5.4. La salud interior

En la actualidad, los neurocientíficos han descubierto que la práctica de ejercicio físico regular contribuye a mejorar este tipo de salud, y como consecuencia, la capacidad cognitiva del alumno. Para comprender la importancia que posee el ejercicio físico en la salud interior, resulta interesante detenernos en la siguiente idea que McGonigal (2011:45) expone en su libro Autocontrol:

La práctica de actividad física regular fortalece la biología del autocontrol al aumentar la variabilidad del ritmo cardiaco basal y entrenar el cerebro. Cuando los neurocientíficos observaron el interior de los que hacían ejercicio por primera vez, descubrieron que no sólo había aumentado la materia gris -las neuronas-, sino también la materia blanca, la capa aislante de las neuronas que las ayuda a comunicarse con rapidez.

En esta breve cita se recoge la idea de que el ejercicio físico contribuye de manera beneficiosa a mejorar el autocontrol, una función central del “yo” que es un factor fundamental para el éxito en la vida.

Por otra parte, Pellicer (2015) plantea que una de las últimas hipótesis de estudio en neurociencia y que interesan a los estudiosos del cuerpo humano, incluyendo a los docentes de Educación Física, es que la experiencia cognitiva se encuentra conformada por cuatro componentes: sensación (s), observación (o), conceptualización (c) y conocimiento aconceptual (k) (SOCK). Es decir, aparte de observar y clasificar lo que percibimos, la mente también se centra y se compone de captación no conceptual y sensación, de esta manera todo está corporizado.

Esta nueva línea de investigación será uno de los aspectos claves para transformar la asignatura de Educación Física en la línea de la Neuroeducación Física. Esto se debe a que existen numerosos expertos de este campo de estudio (maestros de Educación Física y profesionales de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte) que proponen hablar en términos de Educación Corporal, en vez de Educación Física.

Por ello, resulta necesario revisar el currículo de Educación Física en lo relativo a la salud interior, ya que, en la sociedad actual cualquier término asociado al deporte o al esfuerzo físico se observa desde un enfoque de rendimiento y competitividad. Este hecho hace que en los currículos no se le conceda la importancia que tienen ciertas competencias como: (1) la senso-perceptiva-cognitiva; (2) compartir y expresar la experiencia; (3) los diversos estados mentales unificados por el “yo”; (4) y la toma de conciencia.

5.5. La salud social y la neuroeducación física en virtudes cordiales

La UNESCO, en el preámbulo de la Carta Internacional de la Educación Física y el Deporte de 1978 declara que:

La Educación Física y el Deporte han de tender a promover los acercamientos entre los pueblos y las personas, así como la emulación desinteresada, la solidaridad y la fraternidad, el respeto y la comprensión mutua, y el reconocimiento de la integridad y la dignidad humana (UNESCO, 1978:2).

En esta línea de investigación, la neurociencia ha descubierto que esta educación “competitiva” resulta ir en contra de nuestra predisposición cerebral. Codina (2019) explica que nuestro cerebro está predispuesto para la cooperación y la reciprocidad, constituyéndose ambas como un mecanismo de supervivencia. En este sentido, la Educación Física adquiere un papel relevante en la salud social, ya que, las actividades físicas, los juegos y los deportes que se proponen durante el desarrollo de las sesiones tienen un importante componente relacional en el que presiden actitudes de colaboración y reciprocidad, que proveen contextos para el aprendizaje de habilidades sociales y actitudes prosociales.

Siguiendo en esta línea de interés, la Neuroeducación Física desde la perspectiva de la praxiología motriz, se ha encargado de estudiar la lógica interna de las actividades que se plantean en las clases de esta asignatura, con el objetivo de comprender cuál es el substrato de sus relaciones sociales. Para ello, a continuación, se recoge en una tabla las conclusiones que Pellicer (2015) extrae de este análisis:

Tabla 1: *Las situaciones motrices desde su lógica interna.*

| Actuación motriz de los alumnos | Acontecimientos o situaciones generadas |
|---|--|
| Actuar en solitario | Psicomotrices |
| Enfrentarse al adversario | Sociomotrices de oposición |
| Colaborar con los compañeros para superar al equipo adversario | Sociomotrices de colaboración – oposición |
| Cooperar con los compañeros | Sociomotrices de cooperación |

Fuente: Adaptada de Pellicer (2015, p. 137-139).

Por los conocimientos adquiridos sobre las situaciones motrices que se generan en las tareas de Educación Física, y, los valores y virtudes que se pretenden transmitir en esta asignatura, los neurocientíficos lanzan la propuesta de educar desde el horizonte de la Neuroeducación Física en virtudes cordiales. ¿Por qué en virtudes cordiales?

Esto se debe a que la acción didáctica práctica es el elemento vertebrador de la Educación Física. Educar estas virtudes en la praxis de los juegos, deportes o actividades físicas, supone que estas entren en juego con mayor autenticidad y significación en el alumnado. Los neurocientíficos exponen que las virtudes se practican, y es esta experiencia la que modifica la estructura cerebral del sujeto formando así un carácter cordial (Codina, 2019).

6. CONCLUSIONES

El sistema educativo, y específicamente los maestros y profesionales de la educación, tienen un triple reto: (1) optimizar y aprovechar los descubrimientos, los hallazgos y los avances de la neurociencia en el ámbito educativo; (2) analizar de manera reflexiva y

crítica las publicaciones divulgativas y científicas relacionadas con la neuroeducación; y (3) demandar a los neurocientíficos la aclaración de ciertos temas concernientes a la educación y al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sumado a todo ello, resulta fundamental que todos los profesionales de la educación adquieran conocimientos básicos sobre la función motriz humana. Esto es debido a que supone una gran oportunidad para conocer el desarrollo neurofuncional del alumnado pudiendo de esta manera incidir y desarrollar de manera intencional la inteligencia psicomotora del alumnado, y como consecuencia garantizar el desarrollo refinado del cerebro y del sistema nervioso. De esta manera, los maestros y profesores podrán proponer escenarios en los centros educativos que favorezcan el desarrollo cerebral de manera ergonómica para aprender a través de la práctica. En este sentido, cobran especial relevancia las sesiones de Educación Física debido a la multitud de actividades que en ellas se ofrece, por ello se convierten en ambientes donde los discentes refuerzan y actualizan sus potencialidades cerebrales.

Por tanto, del presente artículo se puede extraer que frente a una educación que promueva el sedentarismo y un desarrollo cerebral pasivo, se propone una educación activa basada en las propiedades primordiales que posee el cerebro: la acción, el movimiento y el ejercicio físico organizado y planificado sistemáticamente acorde a los descubrimientos y hallazgos de la neurociencia.

Para ello, surge la Neuroeducación Física para enlazar y unificar los conocimientos de la neurociencia con la asignatura de Educación Física con el objetivo de alcanzar la propuesta mencionada anteriormente, cuyo fin último es mejorar la actividad cerebral de los discentes planteando esta materia como un encuadre saludable ampliado que pretende aportar bienestar a toda la persona en toda su magnitud.

Por todo ello y basándonos en todos los datos recogidos, se puede concluir afirmando que la asignatura de Educación Física desde la perspectiva de la neurociencia, resulta ser una materia significativa

para llevar a cabo una formación sistémica, global, holística y completa de los alumnos en todas sus dimensiones.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERKANE, I. *Libera tu cerebro*. Madrid: Planeta, 2017. ISBN 8408172425.
- ARAYA-PIZARRO, S; ESPINOZA, L. Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y representaciones*, 2020, 1(8), p. 1-10.
- BÉJAR, M. Una mirada sobre la neuroeducación. *Padres y maestros*, 2014, nº 355, p. 49-52.
- BISQUERRA, R. “Introducción”. En: *Neuroacción: La Neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Vigo: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.
- BLAKEMORE, S. F; FRITH, U. *Como aprende el cerebro. Las claves para la Educación*. Madrid: Ariel, 2006. ISBN 8434413132.
- CODINA, M. J. “Neuroeducación ética en la Educación Física y el Deporte”. En: *Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Vigo: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.
- DE SOUSA, D. *How the Brain Learns*. London: Corwin Press, 2016. ISBN 978- 1412997976.
- DÍAZ-JARA, M. “Neuromotricidad y aprendizaje. Importancia de la evaluación e intervención”. En: *Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Madrid: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.
- DUBINSKY, J., et al. Contributions of neuroscience knowledge to teachers and their practice. *Neuroscientist*, 2019, 25(5), p. 397-407.
- FORÉS, A., et al. *Neuromitos en educación: el aprendizaje desde la neurociencia*. Barcelona: Plataforma actual, 2015, ISBN 9788416429608.
- FRONTIÑAN, J; ROSSIGNOLI, I. “La neurociencia y sus aplicaciones a la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad y con enfermedad del sistema nervioso”. En: *Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Vigo: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.
- GÓMEZ, A., et al. (Re)pensar la competencia motriz. *Retos*, 2021, 40(1), p. 375-384.

- GUILLÉN, J. “¿Qué materias son las importantes?”. En: *Neuromitos en educación: el aprendizaje desde la neurociencia*. Barcelona: Plataforma actual, 2015. ISBN 9788416429615.
- GUILLÉN, J. “Beneficios cognitivos de la actividad física: bueno para el corazón, bueno para el cerebro”. En: *Neurociencia, Deporte y Educación*. Madrid: Wanceulen editorial, 2018. ISBN 9788499938479.
- HADDERS-ALGRA, M. Early human motor development: from variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 2018, nº 90, p. 411-427.
- HOSSEIN, S; SABA, V. At least eighty percent of brain grey matter is modifiable by physical activity: A review study. *Behavioural Brain Research*, 2017, nº 332, p. 204-217.
- IBARROLA, B. *Aprendizaje emocionante*. UE: SM, 2013. ISBN 978-84-675-6293-4.
- MANZANO, M. Educación Física y Desarrollo Integral. *Revista cultural y científica*, 2006, nº 28, p. 275-294.
- MARINA, J. A. La investigación sobre el cerebro y la mejora de la educación. *Revista del consejo escolar del estado*, 2012, 1(1), p. 7-14.
- MAS, M; JIMÉNEZ, L; RIERA, C. Systematization of the psychomotor activity and cognitive development. *Psicología educativa*. 2018, 24(1), p. 38-41.
- MAURIERA, F. *Principios de Neuroeducación Física. La nueva ciencia del cerebro*. Madrid: Bubok Publishing, 2018. ISBN 978-84-685-2491-7.
- MCGONIGAL, K. *Autocontrol: cómo funciona la voluntad, por qué es tan importante y qué podemos hacer para mejorarla*. Barcelona: Urano, 2011. ISBN 9788479538170.
- MEDEL, M; CAMACHO, J. A. La neurociencia aplicada en el ámbito educativo. El estudio de los neuromitos. *International journal of new Education*, 2019, nº 3, p. 69-83.
- MORA, F. *¿Se puede retrasar el envejecimiento del cerebro? 12 claves*. Madrid: Alianza, 2013. ISBN 9788420653716.
- MORA, F. *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza, 2017. ISBN 978-84-9104-780-3.
- MUÑOZ-PARREÑO, J; BELANDO-PEDREÑO, N. “Las funciones ejecutivas en el deporte. Hacia una propuesta de intervención”. *Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Vigo: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.

- NAVARRO, B; OSSES, S. Neurociencias y actividad física: una nueva perspectiva en el contexto educativo. *Revista médica de Chile*, 2015, 7(143), p. 950-961.
- NAVARRO, D. “La inteligencia de moverse: La neuropsicología en la educación física”. En: *Neurociencia, Deporte y Educación*. Madrid: Wanceulen editorial, 2018. ISBN 9788499938479.
- PANIAGUA, M. Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación. *Fides et Ratio*, 2013, 6(6), p.72-77.
- PELLICER, I. *NeuroEF. La revolución de la Educación Física desde la neurociencia*. Madrid: Inde, 2015. ISBN 9788497293501.
- PEREZ, G; VARGAS, S; JEREZ, J. Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 2018, 18(34), p. 149-166.
- RATEY, J. *Spark: The revolutionary new science of exercise and the Brain*. New York: Little, Brown & Company, 2008. ISBN 978-0316113519.
- RUIZ, L. M. “Desarrollo motor, cerebro y neuroeducación motriz en la infancia”. En: *Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Vigo: Mc Sports, 2019. ISBN 9788494940835.
- SALINAS, H. Acerca de la figura del neuroeducador. *Revista de Salud, Ciencias Sociales y Humanidades*, 2015, nº 1, p. 28-33.
- SÁNCHEZ, M; COLLADO, J. A. “Neurociencia de la motivación: de la dopamina a la acción”. *Neurociencia, Deporte y Educación*. Madrid: Wanceulen editorial, 2018. ISBN 9788499938479.
- SOUSA, D. *Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación*. Madrid: Narcea Ediciones, 2014. ISBN 9788427720367.
- UNESCO. *Carta Internacional de la Educación Física y el Deporte de 1978* en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235409_spa. Consultada el 20 de junio de 2021.
- VAN PRAAG, H. Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular medicine*, 2008, 10(2), p. 128- 140.
- ZAMBRANO, K; VERA, L. Neuroaprendizaje como propuesta pedagógica en educación básica. *Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 2020.