

# Educación Física y Neurociencias

---

*Relación y vinculación con el Aprendizaje*



Deporte: Los efectos en el cerebro

© Universidad de los Andes

Dr. Héctor Manuel Icaza Campa



# **Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje**

**Dr. Héctor Manuel Icaza Campa**

**Educación Física, relación y vinculación  
con el aprendizaje**

© Héctor Manuel Icaza Campa

© de la imagen de cubiertas:

Diseño de portada:

Iª edición

© Editorial, Kromática, 2023.

Editado por: Icaza, Héctor

Colima, Col. C. P. 28017

México

Correo electrónico: [icazacam-](mailto:icazacam-)

[pa@hotmail.com](mailto:pa@hotmail.com)

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de "Tu Nombre";

Su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reproducieren o plagieren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

ISBN: 978

Depósito Legal: MA-XXXX-2023

Impresión: Kromática

Impreso en Colima, México



*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

DR. HÉCTOR MANUEL ICAZA CAMPA

**Educación Física y Neurociencias,  
relación y vinculación con el aprendizaje**

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

# Educación Física y Neurociencias

---

*Relación y vinculación con el Aprendizaje*



Deporte: Los efectos en el cerebro

Investigaciones 17 de 18

Dr. Héctor Manuel Icaza Campa



## *Dedicatoria*

*Quiero dedicar la presente obra a todos aquellos maestros y alumnos de educación física que buscan siempre mejorar y para ello, el día de hoy las neurociencias son un gran aliado que abre grandes puertas para el conocimiento y su aplicación en el campo educativo y particularmente a todos los neurocientíficos que con sus aportaciones nos brinda una riqueza de conocimientos al servicio de nuestra profesión y que nos permiten reafirmar lo que por intuición, experiencia o conocimientos previos ya conocíamos y que tenemos la oportunidad de confirmar gracias a sus descubrimientos y aportaciones.*

*Dr. Héctor Manuel Icaza Campa*

*Febrero de 2023*

## *Introducción*

De un tiempo a la fecha, hemos estado escuchando acerca de la importancia y el valor de las neurociencias como un área del conocimiento que ha estado aportando muchos conocimientos acerca de cómo es y cómo funciona nuestro cerebro y derivado de ello, cómo es que se realiza el proceso de aprendizaje en los seres humanos, entre estos hallazgos o descubrimientos, se ha hecho una mención especial a la importancia del movimiento o la práctica del ejercicio físico en los procesos antes referidos, lo cual nos lleva a investigar y difundir dichos avances entre el gremio de la Educación Física; a la vez que, en función del valor e importancia que se le ha reconocido al movimiento en estos procesos de aprendizaje y desarrollo cerebral, es que también consideramos importante el definir o mostrar con la mayor precisión posible el efecto o impacto que se tiene en nuestro cerebro y en los procesos de desarrollo gracias a la práctica sistemática del ejercicio físico como lo es a través de la Educación Física; y, derivado de ello por supuesto, fun-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

dar y motivar la necesidad e importancia de que esta última se le reconozca y de un mayor espacio dentro de las escuelas ya que esto finalmente repercutirá en un mejor y mayor aprendizaje de todos nuestros alumnos.

Por tal motivo iniciamos este trabajo destacando con algunos puntos acerca de la educación física para en un segundo momento, hablar sobre las generalidades del Sistema nervioso, algunos aspectos de su anatomía y funciones para posteriormente tocar el tema de las aportaciones y beneficios que recibe nuestro cerebro, gracias a la práctica sistemática del ejercicio y de que esta práctica sea con una determinada intención pedagógica para lograr los mejores efectos posibles por lo que se darán a conocer todos los aspectos relacionados con la información que brindan las neurociencias en el sentido de los procesos de desarrollo del propio cerebro y de un mejor funcionamiento, a la vez que las explicaciones que se derivan de esto en cuanto a optimizar este desarrollo y su funcionalidad y el impacto que esto tiene en diversos aspectos de la vida del ser humano. Y, finalmente elabo-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

ramos un breve capítulo sobre la intervención del SN en el proceso del desarrollo motor.

## Índice

	Página
Dedicatoria	9
Introducción	10
<b>Primera parte: La Educación Física</b>	15
<i>¿Qué es la Educación Física?</i>	15
<i>Características principales de la Educación Física</i>	15
<i>Fines y aspectos organizativo-metodológicos de la Educación Física</i>	18
<i>Fundamentos disciplinares y pedagógicos de la Educación Física</i>	20
<b>Segunda parte: generalidades del sistema nervioso</b>	71
Estructura básica del sistema nervioso	71
¿Qué función tiene el cerebelo?	79
¿Qué controla el SN autónomo?	88
Tipos de Neuronas	102
Pasemos ahora a abordar el tema de las	121

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

neurociencias	
¿Qué son las neurociencias?	121
Objetivos de las Neurociencias	121
¿Por qué y para qué estudiar neurociencias?	123
Aplicaciones y aportaciones de la neurociencia	126
Beneficios de la neurociencia	130
<b>TERCERA PARTE</b>	132
Aportaciones de la Educación Física hacia las Neurociencias y de las Neurociencias hacia la Educación Física	132
Conocimientos que nos aportan las neurociencias	158
<b>CUARTA PARTE</b>	199
Desarrollo Motor	199
Aportaciones de las Neurociencias para entender el desarrollo y Aprendizaje motor	212
Tipos o formas de aprendizaje	215
Fuentes de Información y consulta	227

## **PRIMERA PARTE: LA EDUCACIÓN FÍSICA**

### *¿QUÉ ES LA EDUCACIÓN FÍSICA?*

La educación física es la ciencia que utiliza al ejercicio físico en todas sus manifestaciones como su agente principal para mejorar y favorecer el desarrollo y perfeccionamiento físico de los alumnos y de esta manera, contribuir a su formación integral

### *CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDUCACIÓN FÍSICA*

La Educación Física se caracteriza por ser una actividad eminentemente práctica en donde los alumnos realizan una gran variedad de ejercicios físicos ya sea en forma de juegos, cantos, rondas, formas jugadas, bailes, danzas, práctica de juegos autóctonos y tradicionales, iniciación deportiva, deportes, expresión corporal y muchas otras más, con la intención de favorecer su desarrollo y perfeccionamiento físico y para ello, se realiza un proceso de planeación y organización de estas actividades

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

para que-a partir de ello- se diseñen las clases que recibirán los alumnos en sus escuelas y que posteriormente podrán realizar estos mismos ejercicios durante su tiempo libre fuera del espacio escolar.

Asimismo, para la planeación y organización de estas clases, se toman en cuenta tanto las características físicas como psicológicas y del interés y necesidad de los niños en las diferentes etapas de su desarrollo para poder ejercer la mejor y mayor influencia posible en estos procesos y de esta manera, favorecerlos y obtener los mayores y mejores resultados posibles dentro de este proceso de intervención educativa con los niños y jóvenes en edad escolar, logrando de esta forma contribuir a su formación integral al alcanzar el mayor desarrollo físico posible.

Por otra parte, la Educación Física se caracteriza también, por ser de las pocas actividades dentro de la escuela, que estimulan -dada la naturaleza de su actividad- todas y cada una de las capacidades o facultades del ser humano en lo que se refiere a los aspectos cognosciti-



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

vos, afectivos, emocionales, psicológicos, sociales, físicos, valorales y actitudinales, de una manera atractiva y dinámica, lo cual destaca enormemente su carácter pedagógico y su facilidad para favorecer el aprendizaje.

Sin embargo, todas estas características aquí descritas, requieren de ciertas condiciones para poder cumplirse; entre ellas, que sea sistemática, progresiva, planeada, organizada y dirigida por un profesional de la materia, que se realice 5 veces por semana para que se produzcan los mayores y mejores efectos posibles, que sea dosificada adecuadamente, que se cuente con las instalaciones y el equipo y material didáctico necesario, así como también, que se logre que los alumnos sientan el placer y disfruten de estas actividades para que, de este modo, se forme el hábito de la práctica del ejercicio para toda la vida y en una espiral ascendente de desarrollo y perfeccionamiento, ya que de este modo, se lograrán los propósitos y la intencionalidad pedagógica con que se sustenta.

*FINES Y ASPECTOS ORGANIZATIVO-METODOLÓGICOS DE LA EF*

La educación física, al ser una rama o dimensión de la educación integral, persigue -en sintonía con la educación en general- unos fines que en este caso son los de **favorecer el desarrollo y perfeccionamiento físico de los alumnos** y para ello, se vale de determinadas metodologías que en esencia, son **metodologías activas** que reciben diversos nombres y que están en función de lo que se pretende desarrollar en específico. Siendo así que es necesario precisar cuáles son los contenidos específicos de ésta y cómo se organizan para su desarrollo dentro de las clases; teniendo así que la educación física, en nuestra concepción, está integrada por **6 campos formativos** (aprendizaje de las acciones motrices, desarrollo de las capacidades físicas, desarrollo de habilidades y destrezas, fomento y transmisión de actitudes y valores y promoción, fomento a la salud y desarrollo de Habilidades de pensamiento) y **20 componentes** fundamentales (patrones básicos de movimiento, ubicación espacio-temporal, postura, esquema corporal, laterali-

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

dad, capacidades condicionales, capacidades coordinativas, habilidades y destrezas simples, complejas y específicas, actitudes y valores, hábitos de vida saludables, estilos de vida saludables, calidad de vida, bienestar integral; y, Habilidades de pensamiento básicas, ejecutivas y superiores) y una gran diversidad de medios o contenidos para lograrlo (Juegos, Cantos y Rondas, Formas Jugadas, Actividades Rítmico-corporales, Gimnasia Básica, Iniciación Deportiva, Deporte Escolar, Expresión Corporal, Danzas y Bailes Regionales, Juegos Tradicionales y Autóctonos). En consecuencia de lo anterior, se pueden mencionar metodologías para todos y cada uno de los campos formativos y/o de sus componentes y para lo cual recomendamos revisar nuestro libro acerca de la propuesta del **Modelo de Educación Física con Enfoque Formativo y Orientado a la Salud** en donde se describen todas y cada una de estas metodologías; por lo que aquí mencionaremos tan sólo de forma general en donde se pueden clasificar como métodos de Juego, de competencia y del Ejercicio estrictamente reglamentado, de donde se desprenden una enorme variedad de méto-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

dos específicos para el desarrollo de todos y cada uno de los componentes antes citados.

### *FUNDAMENTOS DISCIPLINARES Y PEDAGÓGICOS DE LA EDUCACIÓN FÍSICA*

Al intentar hablar acerca de los *fundamentos disciplinares y pedagógicos de la EF*, se hace referencia al *carácter formativo de la Educación Física*, entendida ésta, como dimensión pedagógica de la Educación Integral, por lo que se considera un tema central dentro de este documento y es en este sentido que será abordado a continuación:

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española, un fundamento es *el principio o cimiento sobre el que se apoya y desarrolla una cosa*. Por otra parte, desde el punto de vista de la ciencia, los científicos utilizan las teorías como fundamentos para obtener conocimiento científico, por lo que, a su vez, una teoría, es un conocimiento que debe ser probado o demostrado para adquirir dicho estatus de ciencia o conocimiento científico.

Para el caso de la Educación, de las Ciencias de la Educación o de la Pedagogía, este conocimiento es resultado tanto de los postulados teóricos como de la experiencia vivida en el aula/patio para poder corroborar que lo que se dice tiene un sustento en la realidad vivida. Esto es, que si tomamos estos dos aspectos antes mencionados, *un fundamento pedagógico para la Educación Física es el principio o cimiento obtenido de la práctica educativa y de la reflexión y análisis de esta para posteriormente convertirse en teoría y sólo más tarde -tras mucha experimentación o aplicación en el aula o patio escolar-, convertirse en un conocimiento lo suficientemente comprobado para convertirse en científico.*

En el caso particular de la Educación Física, son muchos los autores que han escrito sobre el tema (López y Vega 1995 y 2000, Portela 2006, Díaz, 2002, Vázquez, et al 2001, Pierón, 1999, Sánchez, et al 2005, Nóvikov, et al 1977, Cagigal 1980, Gruppe, 1976, Bolívar, 2004, Camacho, 2003, Martínez, et al 2009, Le Boulch, 2001, etc.) y lo que dicen es que esto se ha dificultado ya que

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

al inscribirse en el terreno de las ciencias sociales y por considerarse *una actividad principalmente de intervención*, se le ha desacreditado o no se le reconoce un conocimiento valioso; sin embargo, esta situación ha venido cambiando y hoy en día se está consolidando cada vez más como un conocimiento científico apoyado o sustentado en unos pilares muy sólidos, producto de toda la experiencia acumulada y de las teorías y aportes no sólo desde su propia práctica sino también, con el apoyo de muchas otras ciencias tanto del área social como de las llamadas ciencias puras, o que tradicionalmente ostentan este estatus.

Desde esta perspectiva, se puede afirmar que los fundamentos pedagógicos de la educación física están soportados por *el carácter formativo* que esta tiene, *al contribuir y desarrollar muchas de las características o aspectos del estudiante (valores, hábitos, actitudes, habilidades, destrezas, conocimientos, sentimientos, emociones)*, que, como ser humano, responde de una forma distinta a como lo hacen los clásicos objetos de estudio de otras ciencias, por lo que en este caso, no hablamos

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

de objeto de estudio, sino de sujetos de intervención, ya que en ello va incluida toda una experiencia de vida y la capacidad única de cada sujeto de dar sus propias respuestas ante una situación o estímulo dado y que nunca serán las mismas entre una persona y otra. Lo anterior lleva a comentar que es a través del *Ejercicio Físico* en sus diversas manifestaciones y clasificaciones que se realiza esta intervención educativa y para lo cual se analizarán más adelante algunos aspectos referentes a ello.

Por otra parte, para nosotros como Colegio Colimense de Profesionales de la Educación Física, este fundamento es uno de los pilares centrales de la Educación Física, toda vez que en él se plasman los conocimientos y experiencia de muchas generaciones de docentes y estudiosos del tema de la educación en general y de la educación física en particular, por lo que se rescata la frase de Hammelsbeck (1961 citado en Vayer, P., 1973), cuando dice que ***“la educación es mucho más que la educación física, pero es muy poco sin ella”***... (página 38). Y es verdad, ya que si afirmamos que la *Educación Integral es el eje central de nuestra teoría pedagógica*, es

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

dentro de ésta donde se encuentra de una forma constitutiva e inseparable la dimensión física del alumno -pero no como un espacio aislado, sino como un componente inseparable del resto-.

De este modo, compartimos la idea que expresa Portela (2006), al señalar que:

*“La Educación Física se inscribe en la pedagogía como una disciplina que investiga, aplica y experimenta acerca de la enseñanza de un saber específico en un lugar determinado...en un doble contexto: disciplinar, al revisar las prácticas pedagógicas a partir de los discurso de que nos valemos y el contexto social-particular que tiene que ver con las necesidades, sueños y expectativas por satisfacer las necesidades humanas desde una mirada en la complejidad de dichas relaciones porque se trata de mirar el ser feliz a través del movimiento humano.(Pág.. 100)*

*...La EF acentúa y consolida su naturaleza pedagógica a partir de su especialidad motriz que la diferencia de las otras áreas de la educación, desde dos líneas conceptuales: una pedagógica centrada en el papel educativo del movimiento humano y sus múltiples expresiones (juegos, ejercicios, gim-*



*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
*nasia, actividades rítmicas, expresión corporal, recreación y deportes que contribuyen a la formación del hombre)...Si se le contempla de esta manera, no sólo se hablará de la intención educativa desde lo higiénico, desde lo estético, desde lo social, sino también desde el juego, el deporte la gimnasia, la danza y la formación del movimiento...El objeto o ámbito de estudio de la EF son los ejercicios físicos con sus múltiples repercusiones en el terreno de la educación, entendiendo por ejercicios físicos todas las formas de actividad corporal en un contexto cultural y social. Además, las ciencias de la educación constituyen la patria propia y adecuada de la educación física debido a la gran amplitud de su objeto... (Pág. 101)*

*Con relación al cuerpo de conocimientos de la EF, esta se ubica como Ciencia de la Educación y, se puede deducir, desde el punto de vista pedagógico, que la EF es parte importante de la formación del hombre, cuyo dispositivo fundamental es el ejercicio físico; pero hay que tener presente que la EF, no es simple adiestramiento corporal, sino que atañe a toda la condición humana, no es sólo cuerpo, es dimensión holística, por lo tanto, cultural. (Pág. 102)*

De igual forma, Vázquez, et al (2001), señalan que:

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*Así, del mismo modo que existen varias ciencias de la educación, también se puede hablar de varias ciencias de la educación física, pero la importancia de la teoría pedagógica o pedagogía de la educación física, radica en la necesidad de ordenar e integrar datos aportados por las ciencias de la educación en su aplicación a la educación física, con el objeto de estructurar y regular el proceso educativo de este campo, desde los fines, los contenidos y métodos hasta los procesos didácticos concretos...*

*La Educación Física, como todo proceso educativo, es de una enorme complejidad por la diversidad de factores que en ella inciden; más compleja incluso que otras manifestaciones de la educación, ya que, orientada especialmente al cuerpo humano y su movimiento, debe ineludiblemente considerar también las estructuras cognitivas y afectivas; y esto es así por la unidad insoslayable del ser humano. . (Pág. 30)*

Más adelante, estos autores manifiestan que la Educación Física es *un proceso de intervención sobre el organismo humano que debe ser regulado científicamente...* y que ésta, se apoya en tres tipos de conocimientos: *descriptivos, normativos y prácticos*; por lo que, en Educación Física, el conocimiento teórico se justifica cuando

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

desemboca en saber práctico... Por tanto, en Educación Física, el conocimiento es sobre todo un *saber cómo*, pero no solamente ejecutar algo, *sino también la comprensión de cómo se hace y por qué y para qué se hace así.* (Pág. 33)

Continuando con Vázquez y colaboradores, éstos afirman que:

*La conducta del hombre en movimiento no afecta sólo a las ideas sino muy especialmente a toda su personalidad. La conducta motriz de una persona no es resultado sólo de una transmisión más o menos intencional de formas de hacer, sino que es resultado de su historia personal, de sus ideas, sentimientos, deseos, fantasmas, etc.... A diferencia de otras materias de enseñanza, en la Educación Física los aspectos educativos pesan más que los propiamente académicos. Por lo tanto, no se trata sólo de la adquisición de los movimientos y destrezas más o menos útiles en lo individual y socialmente, sino sobre todo de las vivencias experimentadas en la propia actividad motriz y el desarrollo del gusto por la misma.*

*Por todo ello, a la pedagogía de la Educación Física le interesan cuestiones relativas no sólo al:*

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- *Desarrollo de las capacidades físicas, y al*
- *Aprendizaje de los usos, hábitos y técnicas corporales que constituyen la cultura de la sociedad.*

*Sino también otras como:*

- *La significación educativa del cuerpo y el movimiento*
- *Los criterios básicos en la propuesta de las experiencias motrices*
- *El análisis pedagógico de las actividades físicas en relación con los fines generales y a las situaciones individuales*
- *El análisis de los métodos y programas*
- *La experiencia del cuerpo en movimiento*
- *La repercusión de las actividades físicas en la personalidad (Pág.38)*

De esta forma, podemos notar el énfasis tan grande que se hace al referirse a la educación física como un componente de la pedagogía, o, como afirmamos, *la educación física es una dimensión de la educación integral del ser humano que busca el desarrollo armónico de todas sus facultades.*

Abundando más sobre este punto, citamos a continuación a Escudero (2009), quien afirma lo siguiente:

*Como asignatura, “La Educación Física es un proceso pedagógico dirigido al mejoramiento del desarrollo físico y a proporcionar el alcance de un adecuado nivel de preparación física, así como a ofrecer conocimientos específicos sobre los contenidos que abarca; en su desarrollo se cumplen las múltiples y complejas tareas de la cultura física”. (Colectivo de autores, 1979: 9 y 10, citado por Escudero, 2009), Pág. 1)*

Además, es el propio Escudero (2009), quien agrega:

*La Educación Física como asignatura integrante de los programas educacionales, constituye un eslabón importante en la integración de las acciones que ayudan a la formación de individuos capaces para enfrentarse con éxito a los requerimientos de la sociedad. Es por ello por lo que su cumplimiento resulta necesario e imprescindible en el proceso de formación de los educandos.*

*La propia dinámica de la sociedad impone al hombre una preparación constante para enfrentar la vida en consecuencia*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje con los cambios que en ella van sucediendo. En este sentido, la Educación Física adquiere una importancia relevante, pues desde un punto de vista práctico contribuye al desarrollo de los sujetos tanto desde lo físico como lo psicológico.*

*Es oportuno comprender que “La Educación Física tiene como finalidad contribuir al perfeccionamiento de nuestros niños, adolescentes y jóvenes, mediante las actividades físicas, deportivas y recreativas, y coadyuvar, de esta manera, a la formación y educación de un joven capaz de conducirse activa y conscientemente al servicio de la construcción de la sociedad”. (Colectivo de autores, 1979: 23). (Pág. 1)*

Tal vez una de las ventajas más importantes de la Educación Física consiste en la vía que supone para lograr el cumplimiento de los objetivos que se propone, pues se vale para ello principalmente de actividades físico-recreativas que ofrecen una variante amena y motivante para quienes la realizan.

En cuanto a la forma en que los alumnos se apropian de los conocimientos, hábitos y habilidades en la Educación Física, también radica una de sus peculiaridades de gran

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

importancia, pues por las propias características de la asignatura es común el aprendizaje a través de la información propioceptiva derivada de las ejecuciones, lo que constituye una variante productiva en el cumplimiento de los objetivos a alcanzar, garantizando así una mayor solidez en lo que se aprende.

El hombre, desde el punto de vista genético, viene dotado de ciertas capacidades físicas que le permiten llevar a cabo los diferentes movimientos en dependencia de los requerimientos imperantes en su medio. La Educación Física propicia que estas capacidades se vayan desarrollando de forma que cada sujeto pueda realizar de la manera más exitosa posible las acciones tendientes a satisfacer su amplia gama de necesidades, lo que condiciona en alguna medida una mayor calidad de vida.

*“El perfeccionamiento de las potencialidades físicas y espirituales que se realiza en el proceso de la Educación Física cumple una función higiénica, educacional, instructiva y puede estar supeditado a las tareas que se llevan a cabo para lograr la maestría profesional o la efectividad en los aspectos con-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje cretos de la preparación especial y el trabajo”. (Dzhamgarov y Puni, 1979: 23)., citado por Escudero, Pág. 3)*

*A continuación y considerando la importancia y el valor de la aportación que este autor (Escudero, 2009) aporta a este trabajo, reproducimos el siguiente párrafo de forma textual:*

*“Del mismo modo que la Educación Física tributa al perfeccionamiento de las capacidades y habilidades físicas, la propia actividad que esto implica contribuye al desarrollo de la psiquis del practicante. En este sentido, es acertado reconocer el papel de esta asignatura en el desarrollo psicológico de la personalidad, no sólo enfocándose éste en la esfera cognoscitiva, sino también desde el punto de vista afectivo.*

*A través de la Educación Física y como aporte muy importante de la misma, se puede ejercer una influencia considerable en la formación de valores en los alumnos. Como proceso pedagógico, esta asignatura responde a los intereses de la sociedad, lo que se proyecta en la intención formativa y desarrolladora que en ella se lleva a cabo. (El subrayado es nuestro)*



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*A partir de los múltiples beneficios que ofrece la práctica de ejercicios físicos para el hombre, la Educación Física debe dotar a los alumnos de los conocimientos necesarios para que puedan incorporar la ejercitación de sus cuerpos como un hábito de vida, lo que tributa al desarrollo personal garantizando una mayor calidad de vida en todos los sentidos.*

*Resulta un reto para todo profesor de Educación Física, no sólo encaminar las acciones de las clases al desarrollo propiamente dicho de los educandos desde el punto de vista físico y psicológico, sino también a crear en ellos la toma de conciencia sobre la necesidad de incorporar la práctica de ejercicios físicos como parte del estilo de vida en una sociedad que se hace cada vez más exigente.*

*La vida contemporánea exige ver a la Educación Física como una vía de gran importancia para asegurar el progreso humano en todos los sentidos y como dijera Ashmasin y Ruiz en su libro “Teoría y metodología de la Educación Física”, como una asignatura que constituye un proceso de dirección del aprendizaje que educa en cada instante y del cual depende la salud del hombre.*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*En esencia, se puede concluir que la Educación Física tributa considerablemente al desarrollo integral del hombre para la vida, resumiéndose dentro de sus aportes fundamentales los siguientes:*

- ✓ *Contribuye al desarrollo de las capacidades motoras básicas.*
- ✓ *Contribuye al desarrollo de habilidades que resultan básicas para realizar diferentes actividades propias de la vida en la sociedad.*
- ✓ *Desarrolla habilidades básicas para la práctica del deporte de rendimiento.*
- ✓ *Tributa a una mayor calidad de vida al reportar beneficios en los diferentes sistemas del organismo (cardiorrespiratorio, osteomuscular, endocrino, entre otros).*
- ✓ *Tributa al desarrollo de las capacidades coordinativas.*
- ✓ *Constituye una vía de gran importancia para la formación de valores en los educandos.*
- ✓ *Fomenta hábitos relacionados a la práctica sistemática de ejercicios físicos que resultan importantes para garantizar una mayor calidad de vida.*
- ✓ *Constituye una vía de experimentación del placer derivado de la práctica del ejercicio físico.*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- ✓ *Tributa a un mayor conocimiento del alumno respecto a su propio cuerpo.*
- ✓ *Logra incrementar la interacción social a partir del rescate y conocimiento de juegos tradicionales, bailes y otras actividades que enmarcan el acervo cultural de los pueblos.*
- ✓ *Desarrolla hábitos higiénicos en los educandos (Dietéticos, estéticos, entre otros).*
- ✓ *Contribuye a la formación de la personalidad de los alumnos.*
- ✓ *Desarrolla las cualidades de la voluntad en los alumnos.*
- ✓ *Educa en el alumno el espíritu de competencia, fomentando los principios básicos que rigen la actividad competitiva (educa el espíritu de lucha, el respeto a los contrarios, a los propios compañeros, a los árbitros o jueces y al propio reglamento de la competencia).*
- ✓ *Favorece las capacidades intelectuales de los alumnos. (Pág. 4)*

Por otra parte, para Ventura (2012), una identidad pedagógica se refiere a la dimensión sustantiva que desarrolla un modelo, un sistema educativo en particular. De este

modo, se mencionan cinco parámetros, constitutivos de toda teoría pedagógica a saber:

1. *las metas de formación,*
2. *el concepto de desarrollo,*
3. *experiencias y contenidos formativos*
4. *relación maestro-alumno y*
5. *los métodos y técnicas de enseñanza,*

*...con los parámetros que se articulan coherentemente bajo la forma de un enfoque o modelo pedagógico que enriquece y le da sentido pedagógico a cada estudio particular sobre las preconcepciones o sobre la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Cada uno de los cinco parámetros mencionados sólo se comprende con una variable que asume diferentes valores dependiendo del enfoque pedagógico que la define. Y en segundo lugar cada parámetro se define no aisladamente sino en relación con los demás. En este sentido, al hablar de **metas de formación**, estamos haciendo referencia al desarrollo armónico e integral del ser humano a través de la práctica sistemática del ejercicio en sus di-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
*versas manifestaciones* o modalidades (juego, cantos, rondas, formas jugadas, iniciación deportiva, deporte escolar, manifestaciones artísticas del movimiento y muchas otras) y que para efectos de este tema y conforme a lo que establece la teoría y metodología de la educación física, estos están conformados por el *Sistema de los Ejercicios Físicos*.

Con relación al **concepto de desarrollo**, esto hace alusión a *las diferentes teorías de enseñanza y de aprendizaje en donde destacan las modernas teorías constructivistas (Vygotsky), las teorías cognitivo conductuales (Frade, 2008) y la teoría crítica (Kirk 1990)* en donde se plantean diferentes enfoques, pero todos orientados en el sentido de *poner al alumno al centro y como responsable de su aprendizaje desde una perspectiva reflexiva y participativa*, misma que para nuestra profesión es determinante dada la naturaleza de nuestras actividades.

Respecto de las **experiencias y contenidos formativos**, estos *parten de la vida cotidiana, de las necesidades e intereses vitales de los alumnos, en donde la prác-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*tica cotidiana de las diferentes actividades y ejercicios permiten al alumno incrementar su capacidad de respuesta ante las demandas que esta misma vida cotidiana le exige y que actualmente se denominan por una parte como competencias para la vida y que otros autores manejan como inteligencia kinestésica, o bien, como la capacidad de encontrar soluciones desde una perspectiva crítica y divergente, llena de creatividad.*

El cuanto a la **relación maestro-alumno**, esta se desarrolla *desde una postura dialógica en donde la interacción es entre el docente como facilitador y proponente y el alumno como responsable activo de su aprendizaje* como ya se había mencionado en el punto anterior.

Por lo que toca a los **métodos y técnicas de enseñanza**, existen dentro del campo de la educación física los métodos denominados genéricamente como métodos de juego, de competición y del ejercicio estrictamente reglamentado, que a su vez se derivan en métodos más concretos y específicos como por ejemplo: métodos para el desarrollo de las capacidades físicas (métodos para

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

desarrollo de la fuerza, la flexibilidad, la resistencia, la velocidad, las capacidades coordinativas), o métodos de orden pedagógico como pueden ser el método de mando directo, el de asignación de tareas, descubrimiento guiado, de libre exploración, etc., en donde cada uno de estos responde a necesidades concretas que el profesor debe identificar.

Todo lo anterior se materializa en lo que algunos autores han denominado el *Sistema de Educación Física*, entendiéndolo por ello al *conjunto de fundamentos filosóficos, ideológicos, científico-metodológicos y organizativos de la Educación física que se desarrollan en una sociedad determinada*, esto, con el propósito fundamental de crear un todo coherente y estructurado de tal forma que permita alcanzar los mejores y mayores resultados posibles, tomando en cuenta desde los aspectos materiales como serían las instalaciones, los materiales didácticos, el equipo especial, los recursos financieros y humanos, la organización de estructuras tanto a nivel nacional como estatal, municipal y local así como los planes y programas de estudio, los horarios de clases, las políticas pú-

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

blicas y todos aquellos elementos que se consideren indispensables para la consecución de los propósitos y metas establecidos. Todo esto, gracias a que se está convencido de que esta disciplina educativa es necesaria y que guarda una gran importancia y relevancia dentro del sistema educativo en general y del proceso formativo de la niñez y juventud.

En este orden de ideas, las *bases filosóficas e ideológicas* hacen referencia a aquellos aspectos relacionados con el establecimiento de los fines últimos que persigue la educación física, en este caso, el desarrollo y perfeccionamiento físico del ser humano, en respuesta al ideal de hombre desde la postura de la antropología filosófica que lo considera como unidad o totalidad en donde se desarrollan sus aspectos físicos, psicológicos, espirituales, cognitivos y sociales para contribuir a la formación de su personalidad a la vez que hacerlos buenos ciudadanos, conforme al proyecto de la sociedad en donde se desenvuelven, atribuyéndoles una serie de valores, actitudes y virtudes que así los caractericen de acuerdo al perfil definido para ello.



Por su parte, *las bases científico-metodológicas* son las que permiten crear y desarrollar los conocimientos más actualizados y pertinentes para conseguir los objetivos propuestos, y esto, gracias al trabajo diario de los propios docentes, a los resultados alcanzados en cuanto a elevar el nivel de desarrollo de los alumnos, el trabajo investigativo que se debe desarrollar paralelamente y la renovación de las teorías científicas y pedagógicas que ello implica, como el ejemplo que vemos hoy en día en cuanto a las aportaciones y avances que han tenido las neurociencias y que nos permiten destacar la importancia y el valor de la práctica sistemática del ejercicio para el desarrollo integral del alumno, así como de sus aportaciones al desarrollo cognitivo y favorecer el aprendizaje, estableciendo las relaciones indisolubles entre cuerpo, mente y espíritu que le dan el sentido o concepción del ser humano como totalidad.

Tocante a las *bases organizativas*, estas hacen referencia a la forma en cómo se estructura la educación física en nuestro país y aunque por el momento se carece de

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

una dependencia que dirija y coordine la actividad docente de los educadores físicos a nivel nacional, sí existen dependencias a nivel estatal y una base magisterial muy importante que permite decir que existe una base organizativa muy importante, así como también, toda una serie de documentos normativos, leyes y reglamentos que regulan el desarrollo de nuestra profesión.

Desde otro punto de vista y como una forma para determinar el nivel de desarrollo de la educación física en nuestra sociedad, existen una serie de índices o indicadores que permiten valorar esta situación; así, tenemos los siguientes:

- Estado de Salud y nivel de desarrollo físico de la población
- Nivel de preparación o condición física de la población estudiantil
- Cantidad de especialistas en educación física y su nivel de preparación
- Número de horas y cobertura alcanzada

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- Infraestructura material para la atención de la población escolar

Todos estos índices en su conjunto permiten determinar el nivel de desarrollo de la Educación Física, tanto local como estatal o nacionalmente.

En esta misma tesitura, se encuentra lo relacionado con la solución de las denominadas Tareas Específicas de la Educación Física, que, de acuerdo con Absialimov *et al* (1977), son:

- ✓ Aprendizaje de las acciones motoras
- ✓ Educación de las capacidades motoras
- ✓ Formación de las cualidades volitivas

Mientras que las dos primeras son inequívocamente específicas de la Educación Física, la tercera está relacionada orgánicamente con la actividad motora, al implicar estas actividades de riesgo que requieren valentía, decisión, arrojo, perseverancia, autocontrol, disciplina y otras

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

cualidades más que son propias de la voluntad o motivación del alumno.

Además de las anteriores, consideramos en lo particular de suma importancia el añadir estas otras dos tareas:

- ✓ Provocar o generar el placer por la práctica del ejercicio físico
- ✓ Desarrollar el hábito del ejercicio para toda la vida

Complementariamente a lo anterior y desde una perspectiva más actual, se publicó en el 2015 por parte de la UNESCO, un libro denominado *Educación Física de Calidad, guía para los responsables políticos*; además, también se publicó en el 2018 el documento titulado *Hacia una estrategia nacional para la prestación de educación física de calidad en el nivel básico del sistema educativo mexicano* y ese mismo año, también se publicó el documento titulado *¡Es hora de hacer la tarea! por una educación física de calidad en México de la organización Boleta de calificaciones mexicana que es en coparticipación con Canadá y México con el programa Combatien-*

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje de la Obesidad Infantil***, en los cuales se presenta una serie de temas que consideramos de gran interés y que vienen a fortalecer lo aquí expuesto y para lo cual los recomendamos ampliamente.

Continuando con el tema de la fundamentación pedagógica y de acuerdo con Savin (1990, p. 69):

*“El desarrollo del pensamiento es un proceso complicado y largo. Este proceso tiene éxito si el trabajo del desarrollo del pensamiento tiene un sistema determinado”* (Principio de Sistematización), y señala que: *el hombre ha recorrido un largo y difícil camino en el conocimiento del mundo circundante y el motor de este conocimiento se representa en la práctica social a través del estudio de la misma y esto último es la tarea del maestro al organizar la forma en cómo promoverá este estudio entre sus alumnos, dado que la enseñanza, a diferencia del conocimiento tiene lugar bajo la dirección del maestro”*.

En la enseñanza, hay que considerar los objetos y fenómenos que rodean a la persona, que influyen en los órganos de los sentidos, que repercuten en su conciencia,

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

que se reciben, se presentan y generalizan de acuerdo con las leyes, principios y reglas.

Si el objetivo del conocimiento es un medio para el estudio de los fenómenos del mundo exterior, significaría que el alumno tendría que sintetizar estos fenómenos con sus conocimientos científicos, dirigiendo sus fuerzas a estabilizar y recordar el material de estudio.

El conocimiento, es el producto de la percepción cognoscitiva por las personas de los fenómenos reales, de las leyes de la naturaleza y de la sociedad. Los conocimientos existen en forma de hechos, principios y leyes (y la educación física se constituye como una forma de conocimiento no solo práctica <hechos>, sino también con un corpus teórico que se fundamenta en <principios y leyes> tanto desde la parte biológica como pedagógica y científica).

No se trata de que los alumnos asimilen todos los conocimientos, sino sus bases (aprender a aprender), que han sido elaboradas y reunidas especialmente en asig-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

naturas y contenidos escolares. La asimilación de los conocimientos se considera como una actividad complicada para los alumnos y para lo cual se ha diseñado todo un proceso de enseñanza que consiste en *la organización sistemática de los mismos a través de subdividir este proceso en etapas a asimilar*. Dichas etapas son: Percepción, comprensión y generalización de los conocimientos, reafirmación y aplicación de estos. A ello, habrá que agregar ahora lo que las neurociencias aportan y que será motivo de la segunda parte de este libro.

Tales etapas presentan una serie de características específicas que son el objeto de estudio del profesor para su posterior aplicación en la dirección del aprendizaje del alumno. Y dicho objeto es organizado y estructurado de forma sistemática.

La referida organización y estructuración está hecha conforme a la didáctica, con base a una serie de principios de la enseñanza considerados como las posiciones rectoras o de partida, que determinan la enseñanza y el es-

tudio en correspondencia con los objetivos de la educación.

Para efectos del propósito de este trabajo, nos centramos en dos de ellos: *El principio de sistematización y el principio de continuidad.*

**El principio de sistematización** de la enseñanza y del aprendizaje y de la vinculación de la teoría con la práctica, nos dice, que la literatura pedagógica ha mostrado reiteradamente que la juventud necesita hacerse de los conocimientos sistemáticos que se perfilan a su alrededor, y por ello, la sistematización y la sucesión presupone:

- La distribución lógica y consecuente de los contenidos por periodos de tiempo suficiente para el logro del aprendizaje (construcción de las redes neuronales para su almacenaje en la memoria de largo plazo -conforme a lo que establecen las neurociencias-), para que este se apoye en los conocimientos adquiridos anteriormente (zona de desa-



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

rollo próximo, de acuerdo con Vygotsky) en el proceso de estudio de cuestiones afines... (construir un andamiaje de acuerdo con Wood & Bruner)

- La disposición sucesiva del material en cada campo del conocimiento.
- La exposición y dirección sistemática y consecuente del material por el maestro;
- Un sistema estructurado en la organización de trabajos prácticos, de ejercicios, así como también, calcular y comprobar los conocimientos, hábitos y habilidades de los alumnos.

De acuerdo con Jessipov (1967, p.221 y citado por Savin 1990, p.83), *El sistema de los conocimientos es la condición cardinal de su aplicación y la relación con la vida y la práctica es el factor fundamental para la asimilación profunda del sistema.*

A partir de lo anterior, se plantea la importancia de la unidad de la teoría con la práctica, en donde la práctica representa el punto de partida para conocer el mundo

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

circundante como criterio más preciso y fiel de la veracidad de los conocimientos; en tanto que la teoría permita el análisis y reflexión de esa práctica y del conocimiento de ese mundo circundante.

La estrecha relación de la teoría con la práctica se alcanza mediante el proceso de las actividades diversas de los alumnos, dirigidas estas a su participación en la vida de nuestra sociedad.

A partir de lo anterior, es necesario hacer énfasis en el concepto de ***LA CLASE DE EDUCACIÓN FÍSICA*** y la relevancia que esta toma para favorecer los mencionados procesos de aprendizaje y desarrollo y para ello se menciona a continuación lo siguiente:

Para Camacho (2003):

***La Clase de Educación física es parte de un sistema que está determinado por toda la problemática social, económica y cultural que gravita en la escuela y que no puede considerarse como un espacio aislado y sin contaminación, y por esta razón cada sesión de trabajo debe ser preparada previamente para***

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
garantizar una enseñanza de calidad; ya que es importante tener en cuenta al momento de prepararla que el tiempo destinado es en realidad muy escaso: 2-3 horas semanales en el mejor de los casos, de lo que se deduce que el tiempo real de trabajo de esta área es más reducido que el de cualquier otra área del plan de estudios por lo cual, es necesario darle máxima utilización con miras a obtener máxima eficiencia (p.121).

Aunque de cualquier modo, esto no resuelve el problema de fondo, y como ejemplo, se puede considerar la distribución de las cargas horarias dentro del plan de estudios de la educación primaria (2017), en donde a algunas asignaturas como matemáticas y español se destinan poco más de 230 horas anuales a cada una, en tanto que a la educación física y artística se le destinan tan sólo 40 horas anuales a cada una y encontrando que los resultados en ambos casos son poco efectivos o malos en muchos de los casos.

Derivado de lo anterior, Absialimov (1977), señala:

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*“La Educación Física como un proceso pedagógico emana de las leyes objetivas del proceso de educación. Las leyes más generales del proceso pedagógico se reflejan en los principios pedagógicos generales: la conciencia y la actividad, la intuición y la individualización, la sistematización...Para el trabajo práctico de la educación física no basta con saber estos principios en el aspecto que los estudia la pedagogía general, ya que se es evidente que en la educación física hay que guiarse por otros criterios basados en la propia Teoría de la Educación física, y a partir de los medios y métodos específicos de esta última” (p.47).*

Desde el punto de vista pedagógico, esta necesidad se fundamenta en los *Principios de Sistematización* y continuidad, mismos que plantean que el trabajo docente educativo requiere que se realice de forma sistemática, es decir, continuo, en orden y secuencialmente, día tras día, semana tras semana, mes con mes, etc. En la base de este requisito, como en otros principios de la pedagogía, se encuentran los *Objetivos de la Educación Física*, entre los cuales se encuentra la necesidad de impartir la Educación Física como un proceso sistematizado; en el que se destaca que: *Una de las tareas fundamentales y*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje específicas de la Educación Física es enseñarles a los estudiantes nuevas destrezas motoras.*

En la actividad de cualquier persona, incluyendo al alumno, tienen mucha importancia no sólo los conocimientos sino también los hábitos y habilidades. Entendiendo por *habilidad* a la capacidad del hombre para realizar cualquier operación (actividad) sobre la base de la experiencia anterior recibida; y por *hábito*, a la acción que se caracteriza por un alto grado de asimilación. Y para ello, la formación de hábitos y habilidades se realiza en el proceso de la *ejercitación*; entendiendo a esta última como *la realización repetitiva, planificadamente organizada de una operación (mental o práctica) con el objetivo de dominar o de elevar en calidad.*

Por su parte, el Diccionario Academia (1994, p.211), señala que el *hábito* se entiende como *costumbre adquirida por la repetición de actos de la misma especie.*

Conforme a lo anterior y considerando al hombre como poseedor de hábitos y que por ello trabaja automática-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

mente y por lo que, en la realización de operaciones es difícil encontrarse en el control consciente; es que, -con relación a la reestructuración del contenido de la enseñanza-, tiene una gran importancia en la actividad del alumno la formación de diversas habilidades que le ayuden a vencer dificultades y le permitan no sólo asimilar y utilizar los conocimientos sino saber adquirir los mismos (Aprender a aprender). Sin la Adquisición de estas habilidades, los alumnos no pueden avanzar en el camino que conduce al dominio de los conocimientos.

Seguramente el camino para la formación de hábitos y las habilidades es un medio dirigido por la enseñanza. La adquisición de hábitos y habilidades por este camino se caracteriza por la gran conciencia, flexibilidad y el sólido resultado, por la capacidad de actuar en condiciones cambiantes.

La efectividad de los ejercicios en la formación de hábitos y habilidades depende mucho de la metodología de la organización de enseñanza.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Para López y Vega (s/f, p. 29), *La concepción básica acerca de la esencia del proceso pedagógico radica en el desarrollo del hombre en la sociedad* Y como consecuencia de ello, la acción pedagógica adquiere un rol protagónico que se materializa en *La Clase*, como la forma fundamental de organización del proceso enseñanza-aprendizaje; o bien, como propone Torres (1998)

*“La clase es la célula del proceso educativo, en ella convergen y se conjugan los conocimientos técnicos, pedagógicos, biomédicos y psicológicos, así como las habilidades didácticas y organizativas del educador para interactuar con los múltiples elementos que participan en el proceso enseñanza-aprendizaje”. (Pág. 23)*

Entendido de esta manera, el lugar preponderante de la Clase se fundamenta en el hecho de que en ella se dan las condiciones necesarias para fundir la instrucción en un proceso único que permite dotar a los alumnos – mediante una labor planificada y sistemática-, de hábitos y habilidades motrices, deportivas, capacidades perceptuales, físicas y cognoscitivo-afectivas; así como cualidades morales individuales y sociales de la personalidad.

Sin embargo, el hecho es que en la mayoría de los casos, sólo se imparten de una a dos clases de educación física por semana de acuerdo con Torres (1998):

*“Estos motivos influyen poderosamente en los escasos resultados que a través de la educación física se logran en los alumnos, tanto en el desarrollo psicomotor como en el rendimiento físico, pues el poco espacio considerado en el currículo para las clases de la educación física limita los efectos psicomotrices y morfo-funcionales, debido a la escasa estimulación y la imposibilidad para administrar una conveniente dosificación del esfuerzo, acciones esenciales para propiciar el desarrollo psicomotor, estructural y fisiológico del educando”.*  
(Pág. 23)

Para elevar la efectividad de la clase de educación física, como la vía que permita alcanzar índices cuantitativos y cualitativos superiores relacionados con el desarrollo físico-funcional y psíquico de los escolares, es necesario – entre otras cosas- incrementar el número de clases de educación física por semana. De tal modo que, al ser el hombre y su desarrollo el fin de la educación física, y ser



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

éste a su vez el sujeto activo en el proceso de su propio desarrollo físico, el trabajo en *la Clase* tiene que encaminarse a la formación integral de la personalidad, sin descuidar ni dejar de tener como centro y objetivo principal dentro de un enfoque multilateral, el aspecto físico.

Para que un enfoque multilateral de *la Clase* de educación física se corresponda con objetivos sociales de formar jóvenes saludables con un desarrollo multivariado de sus habilidades y capacidades físicas y que eviten los males propios del sedentarismo y la obesidad, con amplios conocimientos de sus recursos físico-funcionales y elevados valores morales. los jóvenes tenaces, perseverantes, modestos, con una voluntad inquebrantable que les permita vencer las dificultades; jóvenes con valores estéticos incorporados y con hábitos de práctica sistemática de actividades físico-deportivas y recreativas que les permitan un uso racional y satisfactorio del tiempo libre; jóvenes capaces de lograr una alta productividad en las tareas del desarrollo económico de su sociedad, es necesaria la disponibilidad de tiempo suficiente y la organi-

zación metodológica correspondiente para su consecución.

La materialización de este enfoque multilateral en *la Clase*, requiere que en cada una de ellas, se cumpla con *las funciones pedagógicas de instrucción, educación y desarrollo*, lo que significa solucionar un gran número de tareas que no será posible si no se cuenta con el número necesario de clases semanales que permitan al alumno adquirir sólidos conocimientos, hábitos y habilidades prácticas relacionados con la actividad físico-deportiva y recreativa, a la vez que lograr un amplio desarrollo de la capacidad de rendimiento físico y que se formen en ellos valores morales y sociales de la personalidad y se contribuya a un óptimo desarrollo morfo-funcional y psíquico. Es decir, *la Clase* de Educación Física es el factor esencial; es la forma organizativa fundamental dentro del sistema de actividades docentes de carácter físico-deportivo que permitirá el logro de los objetivos educativo-formativos.

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

Si entendemos a *la Clase* de Educación Física en el sentido de que es una representación sustancial de enlaces internos necesarios que permitan su dinámica y el orden de organización; esto es, un enlace lógico entre las influencias de la ejercitación física y sus efectos, entre distintos componentes del contenido, entonces, se puede comprender la importancia y necesidad de contar con un mayor número de clases de educación física por semana.

Para comprender la esencia del proceso de los enlaces internos que determinan su dinámica y el orden de organización, es necesario hablar de la integridad del proceso educativo, el cual se asegura sobre la base de una determinada estructura, misma que representa *un orden relativamente estable de unión de sus componentes (partes, aspectos y eslabones), la correlación lógica de uno con el otro y la sucesión general*, la cual se caracteriza por lo siguiente:

- 1) El orden conveniente de la correlación de los distintos aspectos del contenido de la formación físi-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

ca del alumno (tareas específicas de la educación física: *Aprendizaje de las acciones motoras, educación de las capacidades físicas, formación de las cualidades volitivas, crear el hábito del ejercicio físico para toda la vida y desarrollar el placer por la actividad física*)

- 2) Las correlaciones imprescindibles de los parámetros de la relación trabajo-descanso (características cuantitativas del volumen y la intensidad del trabajo y de los periodos de recuperación entre clase y clase), y
- 3) La sucesión determinada de distintos eslabones del proceso educativo (sesiones por la semana, mes y año escolar, niveles y grados educativos (educación inicial, preescolar, primaria, secundaria, etc.), que son fases o etapas del proceso dado y que manifiestan su modificación normal en el tiempo.

En cuanto al **Principio de Continuidad**, este se refiere al hecho de que es necesaria una cierta regularidad entre los procesos de estimulación y recuperación -desde el

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

punto de vista biológico y neurocientífico- para la creación de los aprendizajes a partir de la formación del estereotipo dinámico motor en el caso biológico y, a partir de la formación de las redes o rutas neuronales que sólo podrán formarse con la repetición regular el estímulo; del mismo modo, desde el punto de vista didáctico y psicológico, existe una fase de estimulación, una de asimilación y una de afianzamiento para lograr el aprendizaje, siendo de este modo que se hace relevante y necesaria una continuidad para conservar los efectos positivos de la actividad y de esta forma lograr el aprendizaje, de tal suerte que lo más recomendable es que estos estímulos a través del ejercicio físico sean mínimo tres veces por semana, aunque lo ideal son cinco para lograr el mayor efecto posible que favorezca no sólo el aprendizaje sino también -para el caso concreto de la educación física – el nivel de desarrollo físico de los educandos.

De acuerdo con este *Principio de Continuidad*, existen tres normas principales para el logro de sus objetivos educativos a saber:

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- 1) El desarrollo físico del individuo se organiza en sesiones que duran uno o muchos años, las cuales garantizan una mayor eficacia en el proceso formativo.
- 2) El lazo entre los eslabones de este proceso se asegura sobre la base de la *sucesión ininterrumpida de los efectos próximos, resultantes y acumulativos de los ejercicios de la ejecución*. La influencia de cada sesión posterior se materializa con base en las “huellas” de la sesión anterior; es decir, gracias a los cambios positivos operados en el organismo (ya sean de carácter fisiológico, bioquímico, morfológico, psicológico o actitudinal)
- 3) Los intervalos de descanso entre las sesiones de clase se mantienen dentro de los límites que garantizan el desarrollo físico consecuente.

Por consiguiente, el sentido de manejar un régimen compacto de los periodos de trabajo y descanso consiste en la exigencia de no permitir intervalos demasiados prolongados entre clase y clase, para asegurar la continui-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

dad de la influencia positiva del trabajo y crear con ello las condiciones para el progreso ininterrumpido.

El sentido de esas normas se materializa en el sistema de sesiones regulares cuyos rasgos concretos están condicionados por varias circunstancias que influyen sobre el régimen de organización de la Clase: nivel inicial del estado de salud y físico de los alumnos, las particularidades individuales de restablecimiento después de las cargas físicas dentro de la clase y sus ritmos de desarrollo, el tiempo que dedica a la práctica de ejercitación física, etc. Por lo que, en todos los casos, se deben organizar las *Clases* de tal modo que se asegure en mayor grado la sucesión posible de estas en las condiciones concretas dadas y el efecto positivo de las mismas y reducir al mínimo el retroceso o carencia de ellas.

En la vida moderna, las sesiones diarias o más frecuentes de las clases de educación física son indispensables debido a que adquieren rasgos de un proceso verdaderamente continuo y necesario dadas las condiciones de sedentarismo y falta de estímulos hacia la práctica sis-

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

temática del ejercicio y a problemas de salud pública tales como el sedentarismo, la Obesidad, la Diabetes, la hipertensión y otra serie de problemas asociados a la inactividad física y a los malos hábitos alimenticios.

La necesidad de una mayor frecuencia de las Clases de Educación Física, está condicionada también por la multitud y variedad de tareas a desarrollar dentro de estas y a los efectos que buscan alcanzar no sólo desde el punto de vista físico, sino y sobre todo, desde el punto de vista de la formación y educación integral del hombre, Asimismo, es evidente que con el incremento de número de clases aumenta la posibilidad de asimilación, reestructuración oportuna y formación de hábitos y habilidades así como la adquisición de conocimientos, valores y actitudes, gracias al valor o efecto acumulativo de las estas; asimismo, las neurociencias refieren la importancia y necesidad de repetir regularmente los movimientos para de esa forma favorecer la creación de las redes hebbrianas o rutas neuronales que permiten el aprendizaje.



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

En este mismo orden de las ideas y de acuerdo con Richmond (2000):

*“El desarrollo de la inteligencia tiene como punto de partida los modelos innatos de conducta (succión, presión, una actividad corporal, etc.), a los cuales se les conoce en el medio biológico como reflejos innatos o incondicionados, mismos, que pueden ejercitarse (y de hecho se hace), sobre cualquier tipo de objeto; y, al hacerlo, se están adquiriendo las primeras experiencias que permitirán formar o fortalecer las primeras formas de conducta intencional”. (Pág. 18)*

Y, todo esto, gracias a la repetición de esas acciones, lo cual vendrá a satisfacer las necesidades internas del niño, al ejercitar (repetir) sus modelos de conducta refleja dentro del medio ambiente en que se halla situado, dando por resultado de esta conducta, nuevos modelos de conducta o *adaptaciones*; las cuales son las primeras formas de desarrollo del pensamiento conocidas como desarrollo sensorio-motriz. Estas formas de “experimentación activa” – nos dice Richmond (2000, p. 24)-, constituye la base de posteriores cambios.

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

Del mismo modo y siguiendo la tesis de Piaget –citado por Richmond-, que dice que la inteligencia es un proceso de adaptación y que dicho concepto es tomado del campo de la biología, el cual se alcanza a través de un juego de equilibrio entre dos procesos conocidos como *asimilación y acomodación*; y que tanto en el caso de la biología como en el desarrollo de la inteligencia dichos procesos o fenómenos requieren de *toda una serie de repeticiones y ejercitaciones que deberán de presentarse como una sucesión reiterada de experiencias que permitan lograr la adaptación*. Por lo que como puede apreciarse, nuevamente estaríamos hablando del *Principio de Continuidad* como el fundamento pedagógico y psicológico para el desarrollo de un determinado hábito o forma de conducta; o, como en el caso de Piaget, para el desarrollo de la inteligencia.

De igual forma, esto se ve reforzado por lo que se expuso anteriormente, respecto de los descubrimientos hechos desde las neurociencias, con relación al aprendizaje y al incremento de las sinapsis, rutas neuronales, la memoria y capacidad de atención que se logran gracias

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

a la ejercitación y repetición continua del alumno así como a su participación en actividades artísticas y físicas que refuerzan esta situación más que ningunas otras.

Agregamos a este último punto lo que al respecto escribe Frade (2008):

*“Hoy sabemos que el cerebro es el órgano rector del pensamiento, de la conducta y de las emociones, que funciona como un sistema complejo, en el que cada sección cumple con ciertos aspectos del trabajo, a la vez que cada una puede suplir a las otras si estas se dañan.*

*Una de las cuestiones que plantean las neurociencias y que influyen directamente en los procesos educativos, es el hecho de que las personas desarrollan ciertas habilidades de pensamiento que resultan fundamentales para su desempeño a lo largo de la vida, y que éstas, se encuentran localizadas en los prefrontales del cerebro ...Cabe mencionar que si examinamos el funcionamiento cerebral, identificaremos que las funciones vitales se encuentran en la parte trasera de la cabeza, en el cerebelo, como la circulación, la excreción, la respiración, la sudoración, mientras que las más evolucionadas como el razonamiento o la planeación de una actividad, su ejecu-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
*ción, su evaluación y la anticipación de lo que sigue por hacer*  
*están en los frontales. Esto significa que el cerebro humano*  
*evoluciona de atrás para adelante.*

*Lo relevante es que el cerebro es el órgano rector de la persona; es lo que piensa, siente y actúa, pero lo hace como un sistema, y como tal debe ser desarrollado, lo cual sólo se logra mediante la creación de un ambiente favorable para su aprendizaje, en el que pueda desplegarse al interactuar con los demás en situaciones que lo hagan sentir, pensar y actuar.*

*... Por lo tanto, los avances en las neurociencias tienen tres implicaciones en el trabajo educativo:*

- 1. Que el cerebro actúa como un todo complejo, como un sistema que no puede ser separado cuando se le educa; esto es, que no hay conocimientos independientes de la actitud que se despliega o de las emociones que se generan, o bien, conocimientos separados de las habilidades de pensamiento que los construyen. Cuando nos desempeñamos, ponemos todo esto en juego.*
- 2. Que el cerebro se desarrolla por la interacción con el medio ambiente y las personas que lo rodean, de for-*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*ma que, cuando ésta mejora, el órgano despliega mayores capacidades.*

- 3. Que la calidad de la interacción, la mediación y la estimulación influyen directamente en el desarrollo cerebral y, por ende, en la capacidad intelectual, afectiva, social y motriz lo que provoca que la persona lleve a cabo desempeños óptimos.*

*Un medio conveniente para el desarrollo de dichas habilidades de pensamiento entraña necesariamente que los niños y jóvenes puedan desenvolverse con libertad en el salón de clases, que tengan iniciativa para diseñar sus proyectos de investigación, que hagan uso de la voluntad y tomen decisiones, pero además, que se autoevalúen por medio de la interacción con otras personas". (Págs.,62 y 63)*

Sin embargo, existe una condición para lograr estos resultados: *que la práctica del ejercicio sea de forma sistemática, continua (de tres a cinco veces por semana o de 150 a 300 minutos semanales, dependiendo del grado de intensidad: de moderado a intenso), a lo largo del tiempo para poder obtener todos los beneficios que esta brinda, demostrándose además - de acuerdo a las Universidades de Strathclyde y Dundee - que el vínculo en-*

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*tre actividad física y rendimiento escolar tiene un efecto duradero a lo largo del tiempo.* Es por esto último, que es indispensable que la Educación Física sea contemplada como un contenido transversal durante toda la educación básica (incluida la educación inicial) para alcanzar los mayores beneficios posibles.

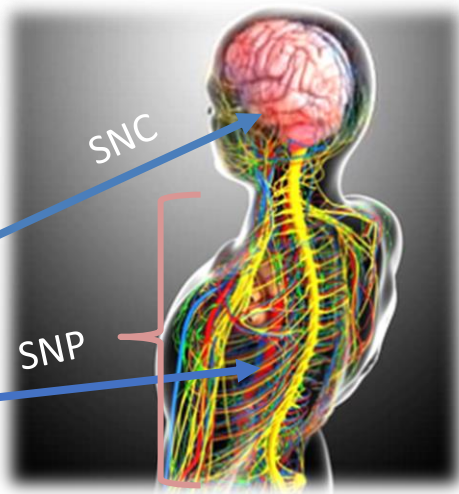
Es esta, la forma en cómo la Educación Física, a través de sus contenidos específicos, hace sus aportaciones para favorecer y mejorar la capacidad de aprendizaje de los alumnos, además de contribuir a su formación integral por lo que se refiere no solamente a su desarrollo físico, sino también emocional, de autoconocimiento, seguridad y confianza en sí mismo, socialización, desarrollo de valores personales, sociales y culturales, lo que hace de esta profesión una dimensión imprescindible dentro del contexto de la educación integral y con un marcado acento pedagógico por su propia denominación como EDUCACIÓN FÍSICA.

## **SEGUNDA PARTE: GENERALIDADES DEL SISTEMA NERVIOSO**

### **ESTRUCTURA BÁSICA DEL SISTEMA NERVIOSO**

Previo a la revisión del tema de las neurociencias, consideramos conveniente hacer un breve repaso acerca de la estructura y funciones del Sistema nervioso para tener un punto de partida sobre qué es y cómo funciona ésta, para después abordar el tema específico de las neurociencias.

El sistema nervioso está compuesto a grandes rasgos por tres partes principales, el Sistema Nervioso Central (SNC) y el Sistema Nervioso Periférico (SNP). Y el Sistema Nervioso Autónomo (SNA)



*Fig. 1. Conformación del SN*

que está compuesto por el Sistema simpático y Parasimpático. El primero consta a su vez del cerebro, el cerebelo y el bulbo raquídeo, mientras que el periférico está compuesto por la médula espinal y todos la gran cantidad de ramificaciones nerviosas que llegan hasta el último rincón de nuestro cuerpo.

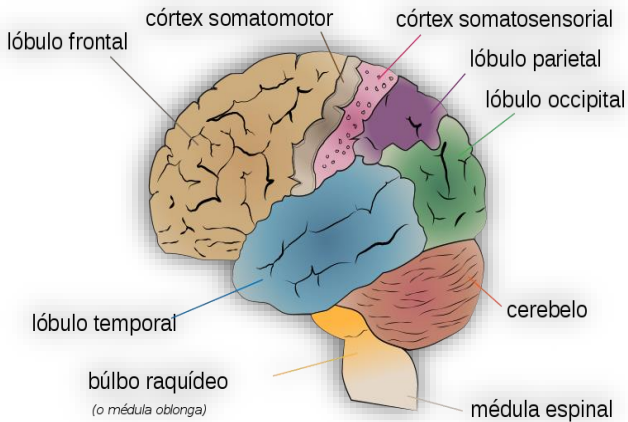


Fig. 2. Lóbulos del Cerebro



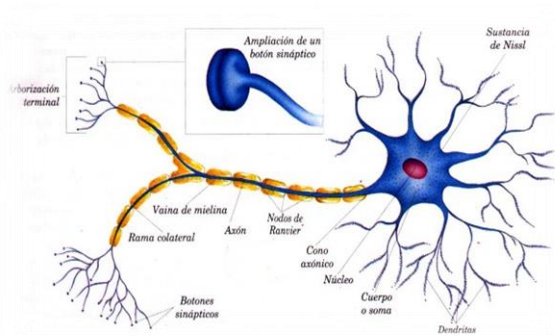


Fig. 3. Estructura de la Neurona

Por otra parte, sabemos que la estructura básica de todo este sistema es la célula denominada Neurona, la cual está compuesta de un cuerpo central, un axón y las dendritas

Bien, a partir de lo anterior, entraremos en algunos detalles que permitirán posteriormente ubicar algunos de los comentarios o de las zonas o funciones que se irán mencionando.

Empezaremos mencionando que el cerebro está dividido por dos hemisferios, derecho e izquierdo (y que estos

están separados por lo que se denomina Cuerpo Calloso.

Asimismo, ambos hemisferios a su vez están conformados o divididos para su estudio en áreas o lóbulos: Frontal, parietal, temporal y occipital (como se puede apreciar en la imagen anterior del cerebro; y estas a su vez se distinguen o separan entre sí por los denominados surcos y en donde esta localización o denominación permite ubicar ciertas funciones o regiones en donde se ubican una serie de estructuras denominadas Ganglios basales que son un pequeño grupo de estructuras del cerebro o glándulas que cumplen funciones específicas y se sitúan por debajo de la corteza, y que tienen una gran importancia a la hora de controlar funciones de manera automática. *Se relacionen con el aprendizaje y la automatización de tareas, así como con la memoria o el movimiento.* **Putamen\***, globo pálido y núcleo caudado son sus componentes principales tales como son la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo, el Tálamo, el Hipotálamo, la Hipófisis o glándula pituitaria y que todos estos tienen una función y rol específicos en todas las funciones de nuestro cuerpo.

*(Los dos hemisferios del cerebro están conectados por el cuerpo caloso, que está compuesto por un haz de fibras. Los dos hemisferios son algo simétricos. El cerebro derecho controla los músculos del lado izquierdo y viceversa. Se cree que un hemisferio es ligeramente dominante, y por lo tanto, la asociación con la mano derecha o izquierda.)*

*Hay algunas funciones clave que desempeñan ambas regiones del cerebro. El cerebro izquierdo juega un papel importante en el lenguaje y el habla, y también está vinculado a la recuperación de hechos y al cálculo matemático. El lado derecho del cerebro desempeña un papel en el procesamiento auditivo y visual, así como en las habilidades espaciales y artísticas.)*

Fig. 4. Estructura interna del cerebro

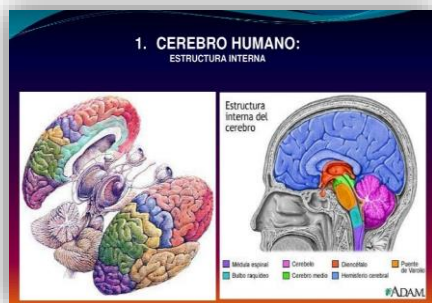




Fig. 5. Partes del cerebro

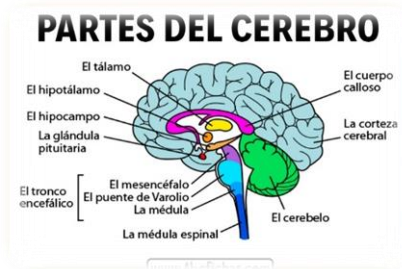


Fig. 6. Composición del Cerebelo

Mientras que **el Cerebelo o “cerebro pequeño”**, es la estructura del SNC que se encuentra por dentro de la cavidad craneal, en la parte posterior del **tronco del encéfalo**. Esta estructura se conecta con el tronco a través de los pedúnculos inferiores, superiores y medio

En cuanto a su anatomía, cuenta con dos partes, la primera es la estructura externa en la cual se observan los dos hemisferios que conforman el cerebelo, *el vermis* que se encarga de unirlos, los surcos profundos que dividen a los hemisferios en 3 lóbulos y las fibras de Purkinje que conducen el impulso eléctrico que se utiliza para las contracciones del corazón.

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

La otra parte es la interna, en esta ubicamos la corteza cerebelosa y los núcleos cerebelosos:

- La corteza está formada por la capa molecular con sus células estrelladas y en cesta; la capa de las células de Purkinje que contienen neuronas inhibitoras; y la capa granulosa donde se encuentran las células de Golgi, células de Lugaro, las fibras trepadoras, las fibras paralelas y las corticales.
- Los núcleos cerebelosos, ubicamos el núcleo cerebeloso del techo, el núcleo intermedio y el núcleo dentado.

*\*El Putamen es una estructura cerebral que tiene un papel fundamental en la preparación y la **ejecución de los movimientos de las extremidades**. Forma parte de la región anatómico-funcional conocida como “ganglios basales”, que regula la motricidad voluntaria, los hábitos automáticos y el aprendizaje procedimental.*

*Está constituido por **materia gris**, es decir, por cuerpos de neuronas, dendritas amielínicas y células gliales. Se sitúa debajo de los hemisferios cerebrales, en la base del telencéfalo y en la parte central del encéfalo. Su forma es aproximadamente circular.*

*Las funciones del putamen **dependen de los neurotransmisores GABA y acetilcolina**, así como de la encefalina, un péptido opioide implicado en la percepción del dolor y en su regulación. Por su parte, el ácido gamma-aminobutírico o GABA es el principal neurotransmisor inhibitorio, mientras que la acetilcolina (ACh) activa el movimiento de los músculos.*

El putamen, el cuerpo estriado, el **globo pálido**, el núcleo caudado, el núcleo accumbens, el núcleo subtalámico, la sustancia negra y la sustancia roja forman los ganglios basales. **El putamen es el más externo de estos núcleos.**

La palabra “ganglio” se utiliza normalmente para designar agrupaciones de somas neuronales que se localizan en el sistema nervioso periférico, por lo que la nomenclatura resulta paradójica en este caso, al situarse los ganglios basales en el encéfalo.

Morfológica y funcionalmente el putamen está íntimamente **relacionado con el núcleo caudado, el globo pálido y el núcleo accumbens**; como conjunto, estas tres estructuras son conocidas como cuerpo estriado. Asimismo, llamamos “núcleo lenticular” a la unión entre el putamen y el globo pálido.

El putamen está conectado con la sustancia negra y el globo pálido por distintas vías nerviosas. Esto permite el intercambio de información entre los ganglios basales y el córtex cerebral, con el **tálamo** cumpliendo su función habitual de núcleo de relevo.

### **Funciones del putamen**

Las dos funciones principales del putamen son **la regulación del movimiento y la facilitación de distintos tipos de aprendizaje.**

#### **1. Regulación del movimiento**

El putamen y el resto de las estructuras que conforman el cuerpo estriado envían aferencias al tallo cerebral, a las regiones del tálamo implicadas en el movimiento y a la corteza motora. Estas señales aseguran que la locomoción se produzca adecuadamente.

## **¿Qué función tiene el cerebelo?**

Esta estructura tiene especial relación con el movimiento, ya que este es el encargado de planificar, programar, y ejecutar los movimientos, además mantiene el equilibrio, incide sobre el tono muscular, la postura y en todo lo relacionado con la coordinación de la musculatura. Está dividido en 3 partes: *el arquicerebelo, el paleocerebelo y el neocerebelo*. Cada uno con funciones diferentes, en el caso del *arquicerebelo* este recibe información visual y propioceptiva, y además participa en la regulación del equilibrio; la otra parte que es el paleocerebelo interviene en el tono muscular y la postura; y finalmente el neocerebelo que trabaja en la coordinación muscular y las diferentes variables del movimiento. Además, el cerebelo, para poder cumplir con su función necesita de un circuito funcional que se constituye por un *circuito neuronal de los núcleos profundos* que es excitador y un *circuito neuronal de la corteza cerebelosa* que su función es controlar al primero.

Por otra parte, el Bulbo Raquídeo es muy importante para nuestro organismo ya que conecta nuestro encéfalo con la médula espinal y garantiza nuestra supervivencia.

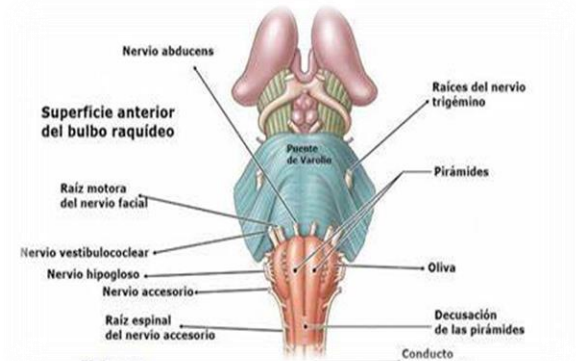


Fig. 7. Estructura del Bulbo Raquídeo

El bulbo raquídeo o médula oblongada **es una estructura subcortical que se encuentra situada en la parte baja del tronco encefálico.**

Sus conexiones nerviosas llevan a cabo funciones corporales básicas que garantizan nuestra supervivencia, tales como: *regular el ritmo cardíaco, mantener la función respiratoria, llevar a cabo la digestión, coordinar los movimientos del cuerpo*, entre otros.



El bulbo raquídeo es la estructura más caudal del tronco del encéfalo. Su forma es parecida a la de un cono invertido y conecta el encéfalo con la médula espinal.

Las superficies ventral y dorsal del bulbo raquídeo presentan protuberancias y fisuras únicas, las cuales están formadas por diferentes núcleos y tractos asociados, cabe destacar que los núcleos son agrupaciones de los cuerpos celulares de las neuronas; mientras que los tractos son agrupaciones de axones, generalmente mielinizados, que conectan los núcleos de diferentes partes del SNC.

El bulbo raquídeo se encarga del control de las funciones involuntarias de las vísceras y el mantenimiento de la homeóstasis:

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- **Sistema cardiovascular.** Mantiene la tensión arterial y la vasoconstricción; y regula el ritmo cardíaco.
- **Respiración.** Regula y mantiene la función respiratoria
- **Digestión.** Gestiona los músculos involuntarios que se involucran en este proceso. También regula la secreción de los jugos digestivos y participa en procesos de deglución.

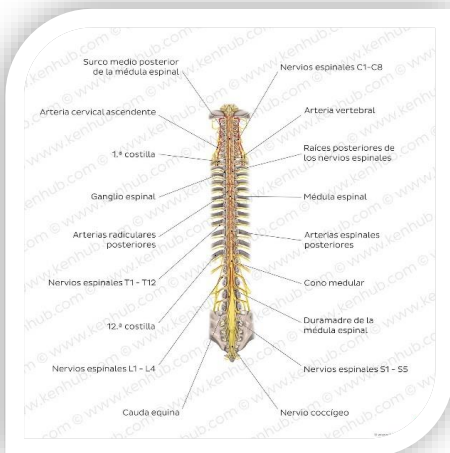
El bulbo raquídeo también se encarga de *la transferencia de información sensorial, entre el sistema periférico y el sistema nervioso central*. Para ello, conecta los dos sistemas y envía información al *tálamo* que posteriormente es comunicada el resto del cerebro.

**El Sistema Nervioso Periférico (SNP)** como se mencionó, está compuesto por la médula espinal que es una parte del SN localizada dentro del conducto vertebral y los

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

nervios espinales. Se extiende desde el foramen magno hasta el nivel de la primera o segunda vértebras lumbares. Su anatomía refleja su función: conducir impulsos nerviosos entre el encéfalo y los demás órganos y tejidos del cuerpo. La médula es además el centro de los reflejos espinales.

Mientras que la Médula Espinal es la continuación caudal del tronco encefálico y se encuentra en el interior del conducto vertebral, un conducto óseo formado por los elementos posteriores y los cuerpos de las vértebras cervicales, torácicas y lumbares.



Así como la columna vertebral, la médula espinal se divide en segmentos: *cervical, torácico, lumbar, sacro y coccígeo.*

Fig. 8. La Médula Espinal

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Cada segmento de la médula da lugar a varios pares de nervios espinales, que salen del canal vertebral a través de los forámenes intervertebrales. Existen 8 pares de nervios espinales cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo, totalizando 31 pares.

Los nervios espinales, tienen la función genérica de llevar (vía eferente) y traer (vía aferente) los impulsos nerviosos emitidos y recibidos por el SNC y a su vez, por los recibidos del medio ambiente y de los estímulos propioceptivos e interoceptivos.

Como es sabido, nuestros principales receptores de estímulos son básicamente los órganos de los sentidos (vista, oído, olfato, gusto y tacto), así como también a partir de receptores internos tanto kinestésicos como por temperatura o estados de estrés conocidos como se mencionó líneas arriba como propio e interoceptivos, todos ellos, son los que se encargan de captar o recibir la información (estímulos) del medio y transmitirla hacia el SNC donde al ser procesados por las diferentes áreas, pasan a ser de

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

sensaciones a percepciones, las que una vez procesados, se emiten respuestas de acuerdo al estímulo recibido y esto se hace por las denominadas vías motoras o eferentes.

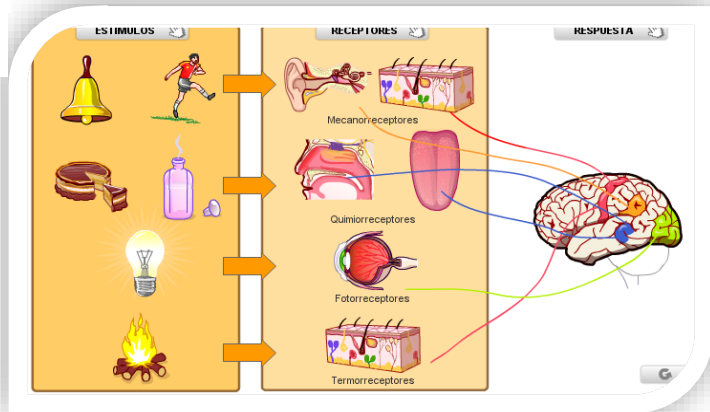


Fig. 9. Relación entre órganos de los sentidos y los estímulos

El Sistema Nervioso Autónomo (SNA) también llamado Sistema Nervioso Vegetativo (SNV), es una de las dos divisiones que se han realizado del sistema nervioso a nivel funcional. Este sistema **se encarga de conectar las neuronas del sistema nervioso central con las del resto de sistemas corporales y órganos**, formando parte tanto del sistema nervioso central como del perifé-

rico. Su función básica es el control de los procesos internos del organismo, es decir de las vísceras, siendo los procesos regidos por este sistema ajenos a nuestra voluntad.

Las conexiones con los diferentes órganos de este sistema son tanto motores como sensitivos, habiendo tanto eferencias como aferencias. Se trata pues de un sistema que envía información desde las distintas partes de nuestro cerebro hasta los diferentes órganos, provocando en ellos una reacción o actuación específica mientras que a la vez recoge información sobre su estado y la envía al encéfalo, donde podrá ser procesada y actuar en consecuencia. En el sistema nervioso autónomo predomina la presencia de eferencias, es decir, que mayoritariamente su función es la de emitir señales en dirección a los órganos.

Las neuronas del sistema nervioso autónomo que conectan con los diversos órganos del cuerpo lo hacen por norma general a través de los ganglios, habiendo neuronas pre y postganglionares. La actuación de la neurona preganglionar se debe siempre a la acción de la acetilco-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

lina, pero en la neurona que interactúa entre el ganglio y el órgano diana la hormona liberada variará según el subsistema (acetilcolina en el sistema nervioso parasimpático y noradrenalina en el sistema nervioso simpático).

La función principal de este sistema es como ya se mencionó, el control de los procesos inconscientes e involuntarios, como la respiración, la circulación sanguínea o la digestión. Se encarga de mantener en forma y activados los procesos propios de los órganos internos y las vísceras, a la vez que permite la detección y el control de problemas internos. También nos prepara para hacer frente a situaciones concretas mediadas por el entorno, como la secreción de saliva o enzimas digestivas ante la visión de alimentos, la activación ante posibles amenazas o la desactivación y regeneración del sistema a través del reposo.

Cualquier organismo con la complejidad de los animales vertebrados necesita de un sistema nervioso completo, con sistema nervioso central y sistema nervioso periférico, para coordinar las diferentes partes del organismo. Y

entre los invertebrados también encontramos sistemas nerviosos sencillos, y otros complejos, como el del pulpo. Esto se debe a que entre los animales es necesario adaptarse a los cambios del entorno rápidamente, al moverse, a diferencia de los hongos y las plantas.

### ***¿Qué controla el sistema nervioso autónomo?***

Como parte del sistema nervioso encargado de controlar el correcto funcionamiento visceral inconsciente, el sistema nervioso autónomo se encuentra *inervando* la mayoría de los órganos y sistemas corporales, con la excepción de los músculos y articulaciones que rigen el movimiento voluntario.

Concretamente, podemos encontrar que este sistema controla la musculatura lisa de las vísceras y de diversos órganos como el corazón o los pulmones. También participa en la síntesis y expulsión la mayor parte de secreciones hacia el exterior del cuerpo y parte de las endocrinas, así como en los procesos metabólicos y los reflejos.



Algunos de los órganos y sistemas en los cuales tiene participación este sistema son los siguientes: la vista, el corazón y los vasos sanguíneos, los pulmones, el tubo digestivo, los genitales y la secreción de enzimas y de residuos.

**El sistema simpático**, se encarga de preparar al organismo para la acción, facilitando la respuesta de lucha o huida ante estímulos amenazadores. Para ello produce una aceleración de algunos sistemas del organismo e inhibe el funcionamiento de otros, realizando un gran gasto de energía en el proceso. Su misión es preparar al organismo para responder de forma rápida y efectiva ante situaciones de riesgo, restando prioridad a ciertos procesos biológicos y otorgándoselos a aquellos que nos permiten reaccionar con agilidad. Es por eso por lo que su función es de características ancestrales, aunque no por eso es menos útil; se adapta a las situaciones de la vida moderna y puede ser activado por ideas relativamente abstractas, como la certeza de que llegaremos tarde a una reunión de empresa.

Por su parte, el **Sistema nervioso parasimpático**, se encarga de volver a un estado de reposo tras un período de gran gasto energético. Regula y desacelera al organismo, permitiendo recuperar energía a la vez que permite el funcionamiento de diversos sistemas. Dicho de otra forma, se encarga de la regeneración del organismo, aunque también interviene en la generación del orgasmo, algo que no parece tener mucho que ver con el resto de las funciones con las que comparte raíz biológica.

**Existe un tercer Sistema nervioso denominado SN Entérico.** Si bien el sistema nervioso parasimpático también tiene una influencia clara en el tracto digestivo, existe una subdivisión del sistema nervioso autónomo que se especializa de forma casi exclusiva del sistema por el cual incorporamos nutrientes a nuestro organismo. Se trata del sistema entérico, que inerva el tubo digestivo y regula su funcionamiento habitual.

Como se encarga de uno de los sistemas más importantes para la supervivencia, el sistema nervioso entérico

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

tiene que ser fundamentalmente automático, y preocuparse constantemente por mantener el equilibrio bioquímico que existe en los diferentes medios del organismo, adaptándose a las alteraciones que puedan producirse dependiendo de lo que se ingiere, del estado de activación, de las hormonas que circulan por la sangre, etc. Entonces, nuestro sistema nervioso tiene en general esta conformación.

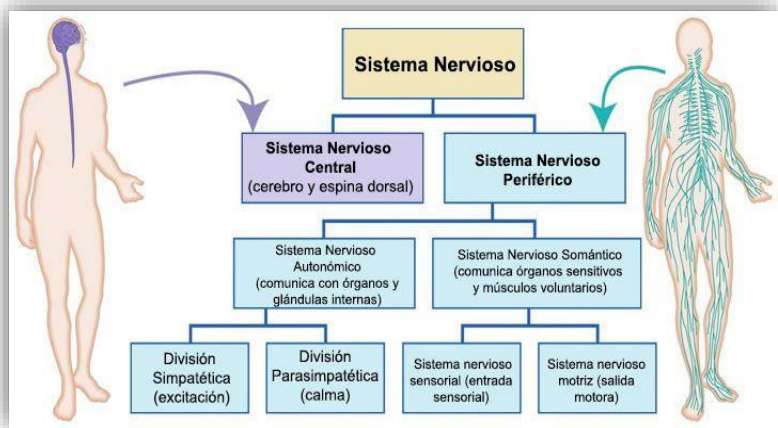


Fig. 10. Sistema Nervioso Central y Periférico.

Por otra parte y como ya se mencionaba, la unidad estructural y funcional de todo el SN es la Neurona, por lo

que a continuación se harán algunas precisiones al respecto:

Las neuronas son unas de las ***células más complejas*** y especiales del cuerpo humano. Desde hace años, las neuronas han fascinado al hombre y han sido objeto de estudio a diferentes niveles. las diferentes partes que podemos diferenciar en una neurona: *cuerpo o soma, núcleo, axón, dendritas, vaina de mielina, sustancia de Nissl, nódulos de Ranvier, botones sinápticos y cono axónico.*

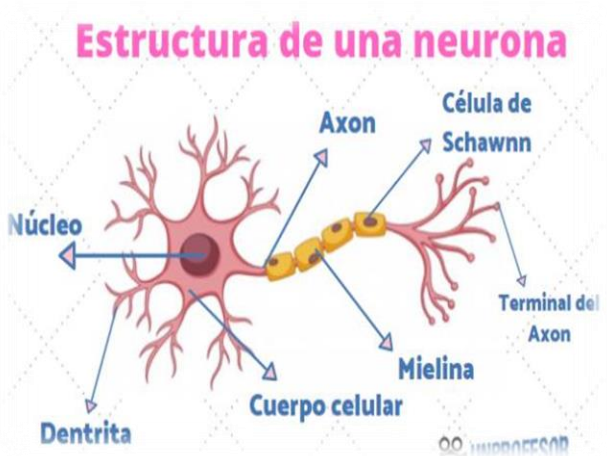


Fig. 11. Estructura de la Neurona

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Las neuronas se denominan también células nerviosas cerebrales, ya que son las células que son las principales células que se encuentran en el sistema nervioso, aunque no son las únicas (existen las denominadas glías, las neuronas espejo, y otras más que en su momento se mencionarán de acuerdo al tema que se aborde.

La función de las neuronas es la de *procesar, almacenar y transmitir la información que recibimos desde el exterior*. Las neuronas son capaces de comunicarse a través de un proceso de señales químicas y eléctricas que pueden conectarse a través de neurotransmisores, es decir, el mensajero que se encarga de transmitir la información entre cada neurona.

Para poder realizar su función, la neurona tiene diferentes zonas dentro de sí, que se encargan de realizar diferentes funciones; la función de cada una de las partes dependerá de que las demás hagan su función correctamente.

***El cuerpo neuronal***, si lo observas al microscopio, se puede diferenciar bien, ya que es la parte más ancha de

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

la célula y tiene una característica forma de flor o estrella; es el lugar en donde tiene lugar la *actividad metabólica de la neurona*, es decir, donde ocurren todos los procesos eléctricos y bioquímicos que permiten la transmisión de la información. Además, es el lugar donde se *forma el material genético* para su supervivencia celular (citoplasma), a través de la generación de proteínas y contiene distintos tipos de orgánulos celulares que permiten su mantenimiento.

La neurona posee un **núcleo** que se encuentra en el interior y es una estructura delimitada del resto del citoplasma por una membrana. En su interior se encuentra protegido el ADN, es decir, los genes de la neurona. El núcleo es el encargado de controlar la expresión del material genético y, por lo tanto, de regular todo lo que sucede en la neurona.



Fig. 12. El núcleo de la neurona.

El núcleo de la neurona es, como en el resto de las células, el centro de mandos de la célula

Asimismo, encontramos al **Axón**, el cual es una prolongación única que nace del cuerpo o soma de la neurona, es decir, que por cada neurona solo vamos a poder encontrar un axón, éste se encuentra en la parte contraria a las dendritas y se encarga de conducir el impulso eléctrico hasta los botones sinápticos una vez ya se han recibido los neurotransmisores y el cuerpo se ha activado eléctricamente. Por tanto, la función principal del axón es liberar los neurotransmisores, los cuales informarán a la siguiente neurona de qué hacer.

Por lo tanto, el axón es un tubo único que nace del cuerpo de la neurona y que, a diferencia de las dendritas, no capta información, sino que ya va encaminado a transmitirla.

Otro elemento o componente de la neurona son **las dendritas**, estas son prolongaciones de las neuronas

**Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje**

que nacen del cuerpo y que conforman como de ramas que recubren todo el centro de la neurona.

Es por ello por lo que en ocasiones al conjunto de las dendritas de una neurona se le llama árbol dendrítico.

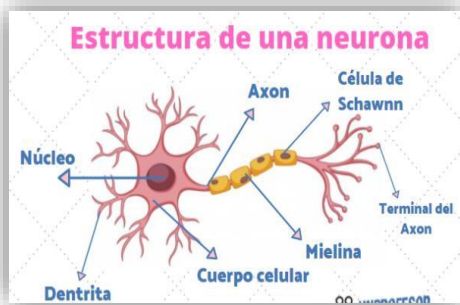


Figura 13. Dendritas neuronales

La función principal de dendritas es la

de captar los neurotransmisores producidos por la neurona más cercana y enviar la información química

al cuerpo de la neurona para hacer que esta se active eléctricamente y de esta forma, la neurona transmite la información de los órganos sensoriales o las vísceras al cerebro o viceversa, del cerebro a los órganos.



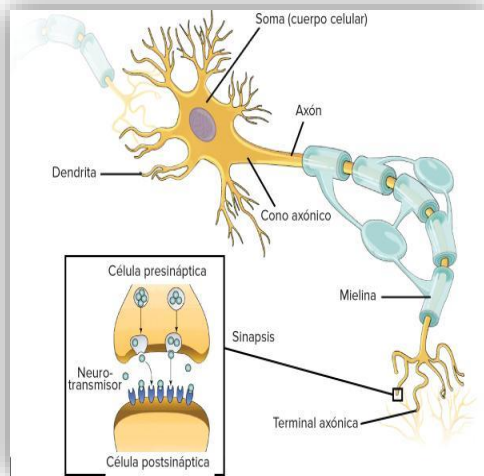


Figura 14. Vista del árbol dendrítico y otros elementos estructurales de la neurona.

En cuanto a la sustancia o ***cuerpos de Nissl***, estos son un conjunto de gránulos que se encuentran en el citoplasma de las neuronas, tanto en el cuerpo como las dendritas, pero no en el axón y se encargan de fabricar proteínas, encargadas principalmente de la correcta transmisión de impulsos eléctricos.



Figura 15. Imagen de los cuerpos de Nissl.

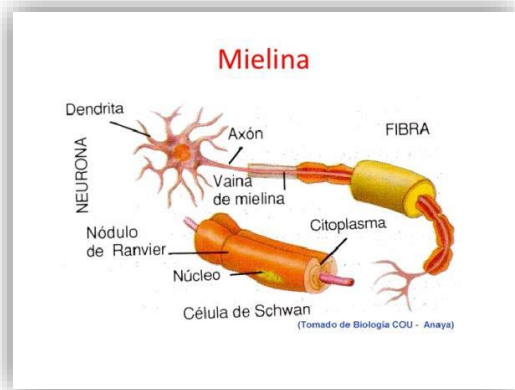
Por su parte, las **vainas de mielina**,

aunque menos conocidas que las anteriores, son estructuras muy importantes para la función neuronal, ya que se encargan de facilitar el paso de la información generada en el soma. Las vainas de mielina permiten que el impulso eléctrico pueda fluir sin ningún problema dentro del axón, ya que son una especie de cápsulas hechas de proteínas y grasas, que recubren el axón hasta llegar antes de los botones sinápticos.

La vaina de mielina de las neuronas no es continua a lo largo de todo el axón. De hecho, la mielina forma “paquetes” que forma “paquetes” que están ligeramente separados entre ellos.

Figura 16. Las vainas de mielina

Cuando existe algún problema en la producción de mielina, la transmisión de



información se hace más lenta, es decir, se ralentizan las respuestas y los impulsos eléctricos de las neuronas, ya que no pueden recorrer su camino con la velocidad adecuada. Estos problemas son los que aparecen en enfermedades neurodegenerativas propias de la edad avanzada.

Respecto de los **nódulos de Ranvier**, son pequeñas regiones del axón que no están rodeadas por mielina y que lo exponen al espacio extracelular. Estos espacios libres son imprescindibles para que la transmisión del impulso eléctrico suceda con normalidad. Son en realidad un espacio de separación, de menos de un micrómetro de longitud, a través suyo entran iones de sodio y po-

tasio, fundamentales para que la señal eléctrica viaje a más velocidad por el axón.

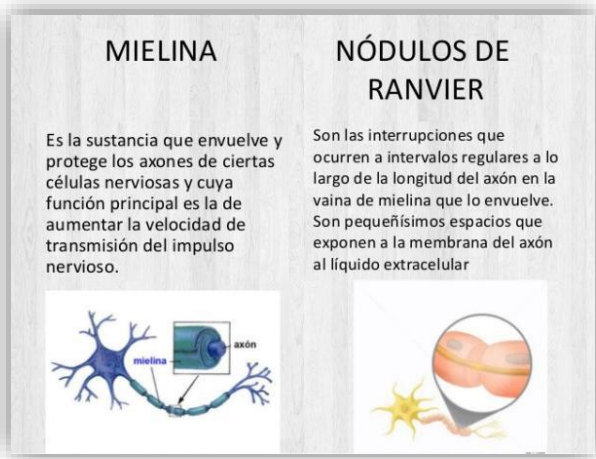


Figura 17. Los Nódulos de Ranvier y su relación con la mielina

Mientras que por su parte, los **botones sinápticos** se encuentran al final del axón. Al final del axón podemos ver que este se divide en dos fragmentos: estas pequeñas ramificaciones poseen pequeños abultamientos, bastante similares a las dendritas, que llamamos botones sinápticos.

## Terminales presinápticos o botones sinápticos.

- El axón se divide en ramas terminales,
- cada una de las cuales finaliza en varias
- estructuras llamadas botones sinápticos o
- terminales presinápticos

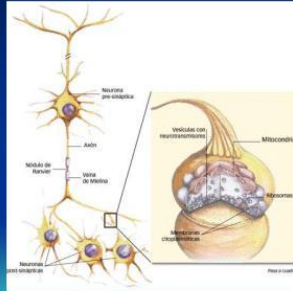


Figura 18- Los botones sinápticos.

Estos botones sinápticos se encargan de liberar

los neurotransmisores con las respuestas generadas en el soma y producidas por el axón, para que la neurona más cercana la reciba.

Por otra parte, se encuentra **El cono axónico**

Si observamos la neurona al microscopio no podremos diferenciar a simple vista el cono axónico, es decir, no es una parte estructuralmente diferenciada de la neurona. Por ello, a menudo no se comenta su existencia en las revisiones de la estructura de la neurona, a pesar de ser una parte clave para su funcionamiento.

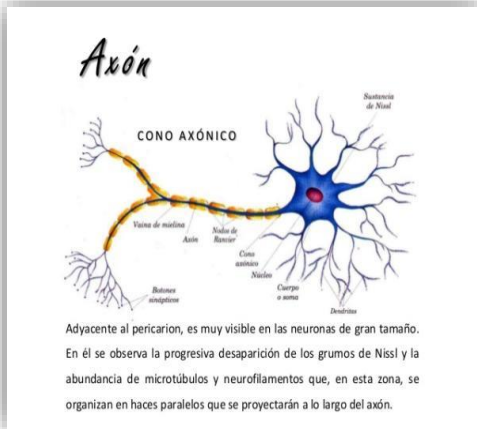


Figura 19. El cono axónico y su función en la neurona

El cono axónico es la región del cuerpo de la neurona que se estrecha

para dar lugar al axón.

Esta zona es muy rica en canales y transportadores que requieren energía (en forma de ATP), por lo que esta zona de la neurona tiene una alta concentración en mitocondrias. Además, también es muy rica en iones, ya que estos han de ser transportados de una zona de la neurona a la otra.

## TIPOS DE NEURONAS

## Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje

Todas las neuronas de nuestro cuerpo son células del sistema nervioso especializadas en la percepción de estímulos y en la transmisión de las señales de respuesta que se comunican entre ellas mediante las sinapsis neuronales.

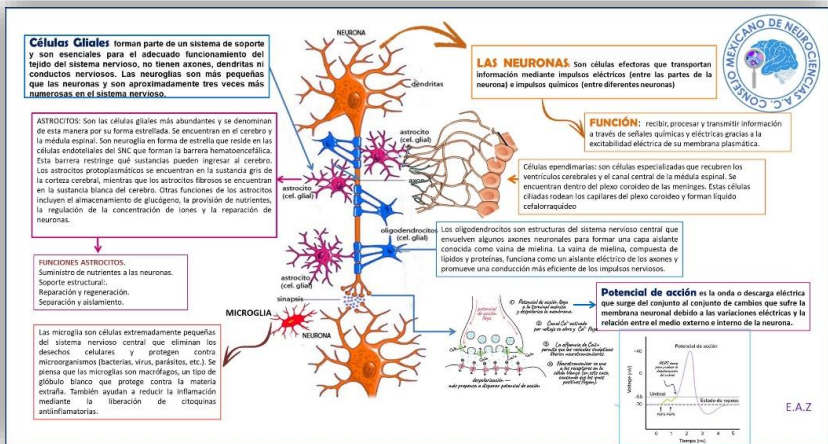


Figura 20. Tipos de neuronas.

Gran parte de las células del sistema nervioso son las *células gliales*, que de hecho son las que más abundan en nuestro cerebro y que curiosamente tendemos a olvidar, pero el resto de la diversidad corresponde a las llamadas neuronas. Estas células nerviosas que reciben y emiten señales eléctricas se interconectan formando

redes de comunicación que transmiten señales por distintas zonas del sistema nervioso a través de impulsos nerviosos.

El cerebro humano tiene aproximadamente entre 80 y 100 mil millones de neuronas. Las redes neuronales son las encargadas de realizar las funciones complejas del sistema nervioso, es decir, que estas funciones no son consecuencia de las características específicas de cada neurona individual, estas células nerviosas también tienen que adaptarse a esta multiplicidad de tareas. ¿Cómo lo hacen? Especializándose y dividiéndose en diferentes tipos de neuronas.

Las neuronas siempre cumplen con la función de transmitir señales químicas, aunque la finalidad de estas puede variar, por lo que se clasifican de la siguiente manera:

### **Neuronas sensoriales**

Las neuronas sensoriales son aquellas que transmiten las señales eléctricas desde los órganos sensoriales has-



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

ta el sistema nervioso central, es decir, el cerebro. Por lo tanto, son las neuronas que, partiendo desde los órganos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído, envían la información al cerebro para que sea interpretada.

### **Neuronas motoras**

Las neuronas motoras o motoneuronas tienen el flujo de dirección inverso, es decir, estas envían la información desde el sistema nervioso central hasta los órganos y tejidos encargados del movimiento voluntario e involuntario. Las neuronas motoras permiten tanto que movamos las piernas cuando lo deseemos como que el corazón lata sin pensar en ello.

Este tipo de neuronas envían información desde el SNC a los músculos esqueléticos (motoneuronas somáticas), para efectuar movimiento, o a al músculo liso o ganglios del SNC (motoneuronas viscerales).

### **Interneuronas**

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Las interneuronas tienen un flujo de información que sólo se da entre neuronas y cumplen con las funciones más complejas del sistema nervioso. Su naturaleza continúa siendo un misterio, aunque se sabe que intervienen en los pensamientos, los recuerdos, los actos reflejo, los razonamientos... Una interneurona, también conocida como neurona integradora o de asociación, *conecta con otras neuronas pero nunca con receptores sensoriales o fibras musculares*. Se encarga de realizar funciones más complejas y actúa en los actos reflejos.

### **Según su morfología**

Por regla general, toda neurona tiene tres partes básicas: el soma (cuerpo de la neurona donde está el núcleo y de donde se prolongan las otras partes), el axón (filamento a través del que se transmiten los impulsos nerviosos) y las dendritas (pequeñas prolongaciones que rodean el soma y que captan los neurotransmisores).

Pese a ello, pueden adoptar muchas formas distintas. A continuación vamos a ver los principales tipos de neuronas dependiendo de su estructura.

### **Neuronas unipolares**

Las neuronas unipolares son propias de los animales invertebrados, es decir, los humanos no las tenemos. Se trata de neuronas más sencillas en cuanto a su estructura, pues el soma no tiene dendritas. El axón cumple tanto con la función de transmitir los impulsos eléctricos como de detectar la presencia de neurotransmisores.

### **Neuronas pseudounipolares**

Las neuronas pseudounipolares sí que se encuentran en animales superiores y, pese a que puedan parecer que sean unipolares, lo cierto es que en la punta del axón hay una bifurcación, dando lugar a dos prolongaciones. Una actúa transmitiendo los impulsos eléctricos y otra recibiendo la información. Son las neuronas más comunes en el sentido del tacto y de la percepción del dolor.

## Neuronas bipolares

Las neuronas bipolares tienen un axón que transmite los impulsos eléctricos y una dendrita (pero solo una) que se encarga de captar los neurotransmisores durante la sinapsis. Están especialmente presentes en la retina, cóclea, vestíbulo y mucosa olfatoria, es decir, participando en los sentidos de la vista, oído y olfato.

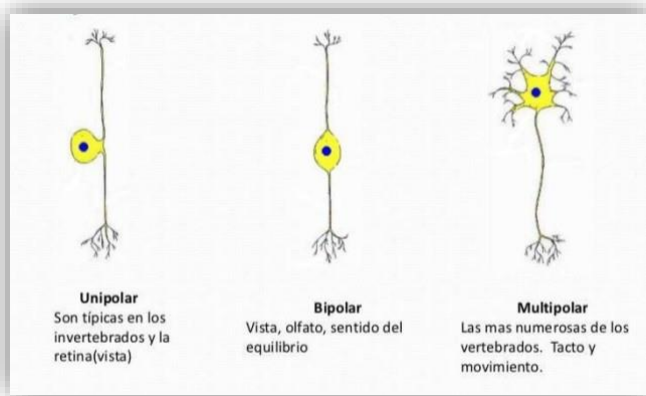


Figura 21. Algunos de los tipos de neuronas que se conocen.

## Neuronas multipolares

*Las neuronas multipolares son las más abundantes y, precisamente por ello, es la morfología que se nos viene*

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

a la cabeza cuando hablamos de neuronas. Las multipolares tienen un axón que transmite las señales eléctricas y muchas dendritas encargadas de captar los neurotransmisores.

### **Según el tipo de sinapsis**

Tan importante es excitar la funcionalidad de las neuronas como inhibirlas, pues las neuronas no pueden estar enviando constantemente información y señales químicas. También deben detenerse cuando sea necesario.

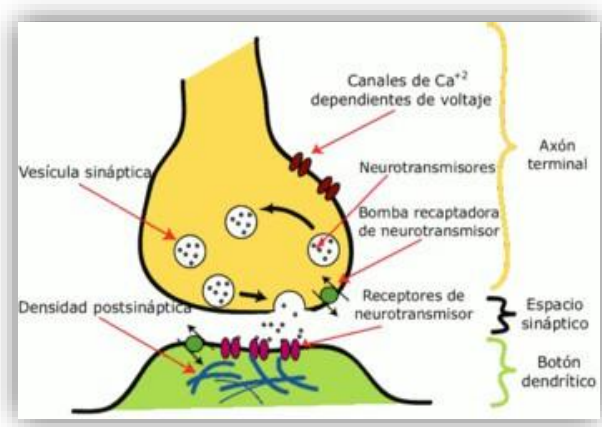


Figura 22. La sinapsis neuronal.

Por lo tanto, hay neuronas que, con sus conexiones, consiguen hacer que las otras se exciten y empiecen a

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

enviar impulsos al sistema nervioso central o a los órganos motores, mientras que hay otras que “frenan” a las demás para que no se sobreexciten, pues no tienen que estar siempre activas. Por lo tanto, se puede hablar de neuronas presinápticas que son las que contienen el neurotransmisor y lo libera al espacio sináptico para que pase a otra neurona, también conocida como neurona excitatoria.

### **Neuronas excitatorias**

Son las neuronas cuya sinapsis va enfocada a que la siguiente neurona de la red se active y siga transmitiendo un impulso eléctrico para continuar el envío del mensaje. Es decir, son las neuronas que producen unos neurotransmisores que actúan como “detonantes” de la funcionalidad de la neurona siguiente.

Son aquellas en que el resultado de las sinapsis provoca una respuesta excitatoria, es decir, incrementa la posibilidad de producir un potencial de acción.

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

Más del 80% de las neuronas son de este tipo, pues son las encargadas de transmitir la información tanto desde los órganos sensoriales hasta el sistema nervioso central como del cerebro hasta los órganos y tejidos motores. Mientras que por otra parte, también existen las denominadas Neurona postsináptica en la unión sináptica, ésta es la neurona que recibe el neurotransmisor.

### **Neuronas inhibitorias**

Son las neuronas cuya sinapsis va enfocada a que la siguiente neurona de la red siga estando inactiva o que deje de estar excitada. Las neuronas inhibitorias son las que fabrican unos neurotransmisores que actúan como “calmantes” para las siguientes neuronas, es decir, frenan su actividad o evitan que se exciten.

Esto es importante para asegurar que el cerebro no reciba informaciones erróneas y que los mensajes a los músculos motrices se transmitan incorrectamente.

Son aquellas en las que el resultado de estas sinapsis provoca una respuesta inhibitoria, es decir, que reduce la posibilidad de producir un potencial de acción.

### **Neuronas moduladoras**

Las neuronas moduladoras ni excitan ni inhiben la funcionalidad de otras neuronas, sino que *regulan* el modo en el que estas realizan la sinapsis. Es decir, “controlan” la manera en el que las otras neuronas se comunican entre sí.

Algunos neurotransmisores pueden desempeñar un papel en la transmisión sináptica diferente al excitatorio e inhibitorio, pues no generan una señal transmisora sino que la regulan. Estos neurotransmisores se conocen como neuromoduladores y su función consiste en modular la respuesta de la célula a un neurotransmisor principal. Suelen establecer sinapsis axo-axónicas y sus principales neurotransmisores son la dopamina, serotonina y acetilcolina



## Según la dirección del impulso nervioso

En función de la dirección del impulso nervioso las neuronas pueden ser de dos tipos:

### Neuronas aferentes

Este tipo de neuronas son las neuronas sensoriales. Reciben este nombre porque transportan el impulso nervioso desde los receptores u órganos sensoriales hacia el sistema nervioso central.

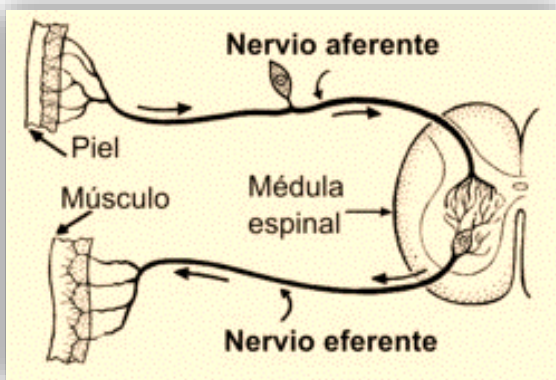


Figura 23. Vías aferentes y eferentes con relación al estímulo o respuesta neuronal.

### Neuronas eferentes

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Estas son las neuronas motoras. Se llaman neuronas eferentes porque transportan los impulsos nerviosos fuera del sistema nervioso central hacia efectores como músculos o las glándulas.

El que una sinapsis sea excitatoria o inhibitoria depende del tipo o tipos de iones que se canalizan en los flujos postsinápticos, que a su vez dependen del tipo de receptor y neurotransmisor que interviene en la sinapsis (por ejemplo, el glutamato o el GABA\*).

### **Según el neurotransmisor**

Dependiendo del neurotransmisor que liberen las neuronas, reciben el siguiente nombre:

### **Según el neurotransmisor**

Dependiendo del neurotransmisor que liberen las neuronas, reciben el siguiente nombre:

### **Neuronas Serotoninérgicas**

Este tipo de neuronas transmiten el neurotransmisor llamado Serotonina (5-HT) que está relacionado, entre otras cosas, con el estado de ánimo.

### **Neuronas Dopaminérgicas**

Las neuronas dopaminérgicas transmiten Dopamina. Un neurotransmisor relacionado con la conducta adictiva.

### **Neuronas GABAérgicas (ácido gamma-aminobutírico\*)**

\*El GABA es el principal neurotransmisor inhibitorio. Las neuronas GABAérgicas transmiten GABA. es un neurotransmisor ampliamente distribuido en las neuronas del córtex cerebral. ¿Qué significa esto? Pues que el GABA es un tipo de sustancia que es utilizada por las neuronas del sistema nervioso a la hora de comunicarse entre sí a través de unos espacios (llamados espacios sinápticos) por los cuales se conectan entre ellas.

En este sentido, el ácido gamma-aminobutírico no es muy diferente al resto de neurotransmisores: todos tie-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

nen la misma función básica: hacer que las células nerviosas puedan mandarse impulsos nerviosos las unas a las otras y mandar "órdenes" a otras partes del cuerpo. Ahora bien, realiza algunas funciones que otros neurotransmisores no hacen. Su función es la de ser un **neurotransmisor inhibitorio**, aunque con matices.

#### **Neuronas Glutamatérgicas**

Este tipo de neuronas transmite Glutamato. El principal neurotransmisor excitatorio.

#### **Neuronas Colinérgicas**

Estas neuronas transmiten Acetilcolina. Entre otras muchas funciones, la acetilcolina desempeña un rol importante en la memoria a corto plazo y en el aprendizaje.

#### **5.6. Neuronas Noradrenérgicas**

Estas neuronas se encargan de transmitir Noradrenalina (Norepinefrina), una catecolamina con doble función, como hormona y neurotransmisor.

## **5.7. Neuronas Vasopresinérgicas**

Estas neuronas se encargan de transmitir Vasopresina, también llamada la sustancia química de la monogamia o la fidelidad.

## **5.8. Neuronas Oxitocinérgicas**

Transmiten Oxitocina, otro neuroquímico relacionado con el amor. Recibe el nombre de hormona de los abrazos.

## **6. Otros tipos de neuronas**

Según la ubicación de las neuronas y según su forma, se clasifican en:

### **6.1. Neuronas espejo**

Estas neuronas se activaban al realizar una acción y al ver a otra persona realizando una acción. Son esenciales para el aprendizaje y la imitación.

## **6.2. Neuronas piramidales**

Estas están ubicadas en la corteza cerebral, el hipocampo, y el cuerpo amigdalino. Tienen una forma triangular, por eso reciben este nombre.

## **6.3. Neuronas de Purkinje**

Se encuentran en el cerebelo, y se llaman así porque su descubridor fue Jan Evangelista Purkyně. Estas neuronas se ramifican construyendo un intrincado árbol dendrítico y se encuentran alineadas como piezas de dominó colocadas una frente a la otra.

## **6.4. Neuronas retinianas**

Son un tipo de neurona receptiva que toman señales de la retina en los ojos.

## **6.5. Neuronas olfatorias**

Son neuronas que envían sus dendritas al epitelio olfatorio, donde contienen proteínas (receptoras) que reciben información de los odorantes. Sus axones no mielinizados hacen sinapsis en el bulbo olfatorio del cerebro.

### **6.6. Neuronas en cesta o canasta**

Éstas contienen un único gran árbol dendrítico apical, que se ramifica en forma de cesta. Las neuronas en canasta se encuentran en el hipocampo o el cerebelo.

### **6.7. Neuronas Glía**

La Glía es el grupo de células del SN más abundante en el cerebro, sin embargo, durante mucho tiempo se les consideró como un elemento de soporte neuronal que no cumplía ninguna función importante. Hoy se sabe que este tipo de neuronas participan en la formación, operación y modulación de los circuitos sinápticos y en consecuencia, los estudios más recientes demuestran que cumplen una función fundamental para conocer mejor el funcionamiento de nuestro sistema nervioso.

## **En conclusión**

Como se ha podido apreciar, existe una gran variedad y tipo de neuronas de acuerdo a su forma, su función e incluso su ubicación y estas se adaptan y se especializan según sus funciones para que todos los procesos mentales y fisiológicos se puedan ir desarrollando en tiempo real (a una velocidad vertiginosa) y sin contratiempos.

El encéfalo es una máquina muy bien engrasada justamente porque tanto las clases de neuronas como las partes del cerebro realizan muy bien las funciones a las que se adaptan, aunque esto pueda suponer un quebradero de cabeza a la hora de estudiarlas y entenderlas.

Desde luego que no es la intención de este libro el ser un tratado de anatomía o fisiología del sistema nervioso, por lo que solamente se incluyen algunos de los aspectos más generales de este y se remite al lector a la bibliografía correspondiente para profundizar en aquellos que sean de su interés particular.



## **PASEMOS AHORA A ABORDAR EL TEMA DE LAS NEUROCIENCIAS**

### *¿QUÉ SON LAS NEUROCIENCIAS?*

*Las neurociencias son el conjunto de ciencias que se encargan del estudio de la estructura, función y desarrollo del cerebro y de todo el sistema nervioso.*

Este conjunto de ciencias interactúa con las diversas áreas del conocimiento humano como la Biología, la Antropología, la Física, la Química, la Medicina y la Psicología entre otras. Abarcan diferentes niveles de análisis, que van desde el molecular hasta el conductual y cognitivo.

Todas estas ciencias y niveles son necesarias para comprender el origen de las funciones nerviosas, sobre todo las que generan el pensamiento, coordinan el comportamiento, explican el aprendizaje y causan las emociones.

### **Objetivos de las Neurociencias:**

## *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

- ✓ Describir la organización y funcionamiento del Sistema Nervioso, particularmente del cerebro.
- ✓ Determinar cómo se constituye y evoluciona el cerebro, desde su desarrollo durante la infancia hasta su deterioro en edades avanzadas.
- ✓ Comprender y Favorecer los procesos de aprendizaje
- ✓ Encontrar alternativas para prevenir y curar enfermedades Neurológicas y de carácter psiquiátrico que tienen base orgánica,

Las **neurociencias** son el campo de la ciencia que estudia el sistema nervioso. Las áreas de estudio se pueden dividir en el estudio aplicado a las células y su bioquímica, que corresponde al campo de la **neurociencia molecular y celular**, hasta lo más grande, que sería la neurociencia aplicada a la organización anatómica del sistema nervioso y sus funciones, que llamamos **neurociencia de sistemas o neurofisiología**.

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

La neurociencia es un ámbito de estudio que se centra en comprender todos los aspectos que se encuentren relacionados con el sistema nervioso con el propósito de comprender con la mayor claridad posible las bases con las que se rige el funcionamiento de nuestro cerebro. Aunque por su definición la neurociencia corresponda a un cúmulo de disciplinas en sí mismas, generalmente se suele usar el término para referirse al estudio investigativo y analítico de nuestro cerebro.

### **¿Por qué y para qué estudiar neurociencias?**

Queda claro que el estudio cerebral y conductual a través de la neurociencia permite conocer a una persona tal y como es, esto quiere decir que, aplicar la neurociencia resulta favorable para acceder a informaciones que visiblemente no tenemos al alcance.

Además, como se mencionó anteriormente, la neurociencia es capaz de involucrarse en otros aspectos de la vida diaria del ser humano, por lo que es un estudio que cada vez rompe más paradigmas dentro de los estu-

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

dios científicos, como lo es la relación entre el cerebro, la mente, las emociones y el cuerpo.

La neurociencia también estudia cómo el cerebro crea el lenguaje, el pensamiento, la memoria, el aprendizaje o la conducta afectiva, esto lo estudia la neurociencia *cognitiva y conductual*. Por otro lado el estudio de los trastornos y enfermedades asociadas al sistema nervioso, lo investiga **la neurociencia clínica**.

Además, el análisis del efecto de los fármacos en el cerebro, lo estudia la *neurofarmacología*, la modelización matemática del funcionamiento de las neuronas, la *neurociencia computacional o teórica*, cómo se desarrolla el cerebro, la neurociencia del desarrollo, cómo afectan las mutaciones de diversos genes en el sistema nervioso, la neurogenética, y las características de los sistemas sensoriales, la *neurociencia sensorial*. Y así, encontramos que al día de hoy todos o casi todos le agregamos el prefijo **Neuro** a nuestra profesión; entonces, encontramos neuropedagogía, Neurodidáctica,

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

neuroeducación, neuroeducación física, neuro entrenamiento y así todo lo que podamos imaginar.

<b>Molecular y Celular</b>	Funcionamiento de proteínas, moléculas, células del sistema nervioso
<b>Neurofisiología</b>	Funciones y anatomía del sistema nervioso
<b>Cognitiva</b>	Estudio de como el cerebro crea el pensamiento, la memoria, el lenguaje, etc.
<b>Clínica</b>	Patologías del sistema nervioso
<b>Neurofarmacología</b>	Efectos de los fármacos sobre el sistema nervioso
<b>Computacional</b>	Modelos matemáticos de la neurona y de redes de neuronas
<b>Neurogenética</b>	Genética asociada al sistema nervioso
<b>Sensorial</b>	Estudio del sistema sensorial
<b>Del desarrollo</b>	Estudio del desarrollo del sistema nervioso
<b>Educación</b>	<b>Estudia las formas de aprendizaje y el desarrollo de metodologías para favorecerlo</b>

### **Distintas ramas de la neurociencia**

Cuadro 1. Ramas de las Neurociencias

## **Aplicaciones y aportaciones de la neurociencia**

Una de las aplicaciones de la neurociencia es sobre el **aprendizaje** y la **educación**. Por ejemplo, uno de los grandes descubrimientos ha sido la importancia de las emociones en el aprendizaje. *Hoy sabemos que se aprende más rápido y se establece mejor el conocimiento cuando las emociones entran en juego en el proceso de aprendizaje, ya que facilitan la plasticidad neuronal, proceso imprescindible en el aprendizaje y la memoria.*

Otro de los grandes descubrimientos de la neurociencia han sido los períodos de aprendizaje, los cuales son muy relevantes para los educadores. El primero ocurre en las vías sensitivas, *ver y escuchar*, que se da sobre todo durante los primeros meses de vida. En el siguiente período para el aprendizaje, se desarrolla el *lenguaje y las destrezas motoras*, que se alarga hasta la adolescencia. Y desde los primeros años de vida, pero sobre todo en la adolescencia se desarrollan

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje las habilidades sociales y las actividades cognitivas elevadas o superiores.*

### **Conocimiento del cerebro**

Esto nos permite saber cómo es el desarrollando del cerebro de los niños así como identificar sus necesidades dentro de ese proceso evolutivo gracias a la neurociencia. Además, permite comprender las áreas que se pueden desarrollar a través de una adecuada organización didáctica de los contenidos de la enseñanza, así como de las emociones, estímulos o cambios conductuales.

### **Valoración del contacto con lo natural y social**

De acuerdo con los descubrimientos acerca de cómo es y cómo funciona nuestro SN, podemos comprender lo valioso de las aportaciones de las neurociencias, asimismo, el acercamiento y contacto con la naturaleza durante los primeros años de vida ofrece la oportunidad de estimular y favorecer el desarrollo del niño desde su nacimiento, ya que de esta manera será posible construir

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

colores, movimientos y formas desde el punto de vista conceptual.

Para que el niño pueda ir creando su propia identidad y capacidad de rendimiento, es importante que durante la primera etapa de su vida se le enseñe a reconocer a través de la curiosidad y la atención y de este modo, ir creando nuevas redes neuronales y de este modo, favorecer su aprendizaje. Es importante valorar el aspecto de la motivación como un enfoque fundamental para el aprendizaje, puesto que es necesario ese combustible mental para educar de manera significativa desde niños, y se entienden todos los detalles del funcionamiento cerebral.

### **Estado emocional equilibrado**

Gracias al conocimiento que brinda la neurociencia dentro de los estudios cerebrales, se accede a información que de otra manera no sería posible, tal es el caso de las emociones y los estados emocionales; por lo que re-



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

sultará de gran utilidad para regular o controlar las emociones negativas o innecesarias.

Todos estos aspectos mencionados permiten al docente mejorar o crear nuevos métodos de enseñanza ya que el cerebro rige gran parte de nuestro comportamiento, pensamientos y aspectos afines, por lo cual la neurociencia se involucra en la necesidad de potenciar tanto los métodos como las vías para enseñar a una persona sobre cualquier tema desde la proximidad afectiva.

Los problemas de aprendizaje pueden aparecer en forma de desequilibrios mentales, así como funcionamientos neuropsicológicos que no se encuentren estables, por lo que se podrá prestar ayuda y atención temprana para su posible solución. El estudio y la información o los conocimientos obtenidos a través de la neurociencia aportan la información necesaria para la construcción de estrategias que permitan el autocontrol de las emociones, así como la construcción de estas desde un punto más equilibrado para un desarrollo social sano.

## **Beneficios de la neurociencia**

- Permite ser una herramienta de aprendizaje natural por excelencia.
- Le brinda al cerebro la capacidad de retroalimentarse, aprender y desarrollarse.
- Garantiza al cerebro la adaptación frente a estímulos.
- Aumenta o mejora el nivel de aprendizaje del cerebro.
- Permite efectuar metodologías de aprendizaje de alta calidad y muy efectivas
- Ayuda a la proactividad de una persona frente a la realización de un proyecto.
- Colabora en la construcción de estrategias didácticas útiles y resolución de problemas.
- Fomenta la socialización con otras personas.
- Facilita potenciar la memoria y el razonamiento.
- Reduce la posibilidad de presentar depresión.
- Reduce los niveles de estrés.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Si bien todo lo anterior es cierto, recordemos que dentro del campo de la Educación Física y en todos aquellos en donde se estudie al ser humano, debemos tener presente que el ser humano es un todo, una Unidad biopsico-social y que no por estudiar neurociencias dejemos de perder de vista que a fin de cuentas estamos estudiando al ser humano en su totalidad, no como un objeto, sino como un sujeto.

## **TERCERA PARTE**

### *APORTACIONES DE LA EDUCACIÓN FÍSICA HACIA LAS NEUROCIENCIAS Y DE LAS NEUROCIENCIAS HACIA LA EDUCACIÓN FÍSICA*

En años recientes, las neurociencias han revelado que la práctica regular del ejercicio modifica positivamente no sólo la estructura sino también el entorno químico y neuronal de cerebro y que esto favorece el aprendizaje. De esta misma forma lo asegura la OCDE (2009) al afirmar que las neurociencias sí contribuyen a mejorar la educación y el aprendizaje y esto ha significado una comprensión de las funciones perceptuales, cognitivas y emocionales, que tienen consecuencias para la educación. DE acuerdo con lo anterior, la OCDE afirma lo siguiente:

*“El enfoque neurocientífico del aprendizaje proporciona un sólido marco teórico con base científica para las prácticas educativas. Este campo de estudio que emerge velozmen-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje te está construyendo lentamente, pero de forma segura, los fundamentos de una “Ciencia del aprendizaje” (Pág.35).*

Por otra parte, es bien sabido desde hace mucho tiempo que la práctica regular del ejercicio genera grandes beneficios a nivel físico, sin embargo, esto no se había podido demostrar con tanta exactitud y certeza científica como ahora se está haciendo. Se ha comprobado que nuestro cerebro y en general, nuestro sistema nervioso, surgieron, se conservan y mejoran gracias al movimiento (ejercicio físico).

A este respecto el Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa de España elaboró un documento titulado *Objetivos y medidas específicos del eje Neuro motricidad y aprendizaje* en el que establece los 6 objetivos y 28 medidas para lograrlo y que tienen la finalidad de Introducir en el sistema educativo de España un cambio profundo a partir del conocimiento científico sobre los procesos neuropsicológicos implicados en la educación entre otros más y para lo cual ha diseñado este centro y una serie de estrategias para lograrlo, mostrando con

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

ello la importancia y el valor que le da tanto a las neurociencias como a la educación misma.

En esta misma línea de información, la OCDE (2009) lo comenta de esta manera:

*La definición neurocientífica del aprendizaje vincula este proceso a un sustrato biológico o una superficie biológica. Desde este punto de vista, el aprendizaje es el resultado de la integración de toda la información. La comprensión del cerebro percibida y procesada. Esta integración asume la forma de modificaciones estructurales dentro del cerebro. De hecho, ocurren cambios microscópicos que permiten que la información procesada deje una “huella” física de su pasaje. (Pág. 38-39).*

Es en este sentido que podemos afirmar que si bien es cierto que las neurociencias han tenido un acelerado desarrollo en los últimos 25 años, existen una serie de trabajos que -sin ser conocidos propiamente como parte de las neurociencias, son sus antecedentes lejanos-; así, tenemos por ejemplo la pequeña pero muy importante obra de Engels (1876 y publicado en 2006) en su obra

*“El papel del trabajo en la transformación del mono en Hombre”*, en la cual se hace una interesantísima descripción de cómo los primeros homínidos al abandonar las manos su tradicional función de una postura en cuadrupedia y para el desplazamiento o locomoción, evolucionan y cambian su función para de esta forma tener la capacidad prensil y de manipulación de objetos, y al mismo tiempo y en consecuencia de ello, adoptar una postura bípeda, todo lo cual le permitió o facilitó el desarrollo cerebral, en el sentido en que, al momento en que la mano se hizo libre de sus anteriores funciones, desarrolló nuevas habilidades y destrezas y con ello, la formación de nuevas redes neuronales que le permitieron seguir evolucionando. Si bien Engels no lo señalaba en este sentido, sino en un sentido de tipo laboral y bajo una determinada ideología política, el hecho es que, independientemente de ello-, el “trabajo” al que se refería en esencia era el de una nueva capacidad de movimiento que influyó de manera determinante en su desarrollo y esto implicó el perfeccionamiento de músculos, ligamentos, huesos para desempeñar nuevas y variadas funciones y que también derivó o influyó en el desarrollo de

otras funciones orgánicas y sociales tales como nuevas formas de comunicación y de organización social inclusive.

De igual forma lo describe Da Fonseca (2004) al hablar del significado neuropsicológico del control postural y del equilibrio y en consecuencia del dominio de la motricidad y cita lo siguiente:

*“La postura bípeda está considerada como un fenómeno locomotor sin paralelo en los mamíferos, Para Gould (1977, 1989) y Beritoff (1965), la postura crea al propio hombre. Engels (1925) considera a la postura como una de las tres características de la evolución humana, a la par con el lenguaje y la forma del cerebro... En síntesis, el Ser Humano es el único en el que la postura produjo dramáticas y superiores transformaciones esqueléticas, así como importantes liberaciones morfofuncionales.” (Pág. 69).*

Más adelante, este mismo autor completa la idea al señalar que dicha liberación permitió a su vez la evolución del cerebro y resalta que la postura y el cerebro evolucionaron en paralelo con interacciones y refuerzos funcionales mutuos y agrega *“El hombre no se concibe sin una postura y sin motricidad”* (Pág. 70).



Sin pretender desde luego hacer una historia de las neurociencias, considero importante y valioso contar con algunos referentes de quienes son considerados como los iniciadores de este grupo de ciencias avocadas al estudio de la estructura y función del Sistema Nervioso y su relación con el aprendizaje que es en parte el tema que nos ocupa en lo general y la relación de este con la Educación Física, por lo cual no podemos dejar de mencionar a algunos de ellos, este es el caso de Thomas Willis, quien en 1662 citó *“El encéfalo es la sede principal del alma racional en el hombre y en los animales sensibles. Es el origen de los movimientos y de las ideas”* (Pág. 12). De igual forma encontramos a científicos como Paul Broca (1861), quien da el nombre a lo que hoy se conoce como el área de Broca en el cerebro, y a Carl Wernicke (1870) con otra área que lleva su nombre y que se localiza en el lóbulo temporal del cerebro, o a Alexander Luria con sus investigaciones del conocido caso de Phineas Gage, quien vio destrozado medio cerebro al ser atravesado por una varilla de hierro en 1848 y que le dio seguimiento por más de 25 años para estudiar su evolu-

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

ción y dar una explicación de los cambios de conducta del sujeto pero que pese a las expectativas, sobrevivió a su accidente.

Lo mismo se puede decir de otros científicos más como el caso d Camilo Golgi (1873), quien fue el primero en teñir una neurona para apreciarla en su totalidad al microscopio y desde luego, a Santiago Ramon y Cajal (1906), quien junto con Golgi, reciben el premio nobel de medicina por sus descubrimientos y aportaciones sobre las neuronas, siendo este último reconocido como el padre de las Neurociencias.

No alcanzaría este libro a citar solo a algunos de los muchísimos investigadores neurocientíficos que nos han brindado la maravillosa oportunidad de asomarnos a este fascinante mundo de las neurociencias, así que pasaremos a continuación a ofrecer algunas pequeñas citas de algunos de ellos y posteriormente, abordaremos nuestro tema central:

Gómez Pinilla (2016), afirma que *El ejercicio constituye una necesidad grabada en nuestros genes.*

*El movimiento constituye uno de los aspectos centrales de nuestra vida y el desarrollo del cerebro está fuertemente ligado al mismo. Daniel Wolpert (2012)*

El movimiento está asociado a nuestro propio proceso de desarrollo cerebral y así lo confirma el informe de la OCDE (2009) que dice al respecto que:

*“...Las llamadas prácticas activas o experimentales de “aprendizaje-mediante-la-acción”. El objetivo es el de involucrar activamente a los aprendices (educandos) en la interacción con su ambiente humano y material, y se fundamenta en la idea de que este proceso conducirá a una integración de la información más profunda que la percepción. La acción necesariamente implica la operacionalización –la implementación de los conceptos–. El aprendiz (educando) no sólo necesita adquirir conocimientos y habilidades, sino que también debe ser capaz de hacerlos operacionales en aplicaciones reales. Por lo tanto, el aprendiz (educando) se torna “activo” e implica un mejor nivel de aprendizaje” (Pág. 40).*

*Lo cual por supuesto se representa de la mejor manera con las actividades propias de la Educación Física que son eminentemente prácticas.*

De la misma manera, esto se confirma con la siguiente afirmación de la OCDE (2009):

*“Tal como cualquier otro órgano del cuerpo humano, el cerebro funciona mejor con una vida sana. Los estudios recientes han observado el impacto de la nutrición y de la actividad física sobre las facultades cerebrales, y en particular sobre el aprendizaje...la actividad física regular tiene un efecto positivo en el funcionamiento de la cognición humana, modificando la actividad en ciertas regiones del cerebro (Pág. 47)... Los factores ambientales (ruido, ventilación, etc.) y los factores psicológicos (dieta, ejercicio, sueño, etc.) influyen sobre el aprendizaje. En el corto plazo, los avances en esta área deberían conducir a aplicaciones concretas en términos de prácticas escolares y relacionadas con lo educación. (Pág. 48).*

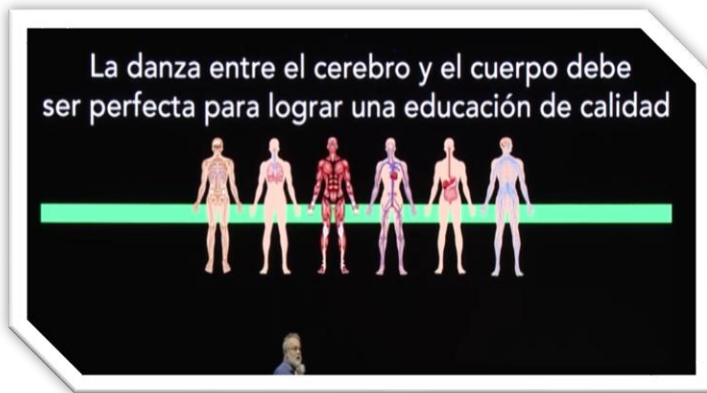
Los genes prescriben la secuencia del desarrollo normal.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*«Tenemos un cerebro por una sola razón, para producir movimientos adaptables y complejos». Daniel Wolpert. (2012)*

Las siguientes frases son de la autoría de diversos investigadores de las neurociencias y fueron pronunciadas durante algunas de sus conferencias y/o publicadas en sus libros

*Hernán Aldana (2018):*



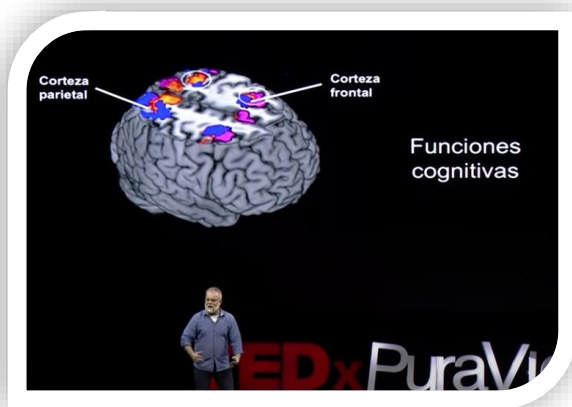
***Figura 24. Diapositiva de la presentación de Hernán Aldana***

*“Evolutivamente, primero apareció el cuerpo y después, en función de éste, aparece el cerebro...”*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*La región del cerebro donde se controlan las funciones motoras es la misma región donde se originan las funciones cognitivas...*

*Pensar y hacer, sería lo mismo para el cerebro... se aprende haciendo...*



*Figura 25. Otro momento de la presentación de Hernán Aldana*

*Cuanto más movimiento haya, más aprendizaje hay... los docentes deben dar “cuerpo” al conocimiento...*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*Se aprende con emociones y estas se manifiestan con el cuerpo o a través de las expresiones de nuestro cuerpo...*

***Hay que poner el cuerpo en el centro de la Educación”***

Para **Gómez-Pinilla** (2016)

*“El Ejercicio físico tiene un impacto positivo en el cerebro*

*Nuestros genes están ansiosos de ejercicio*

*El Ejercicio físico favorece la producción del Factor Neurotrófico derivado del Cerebro (BDNF), el cual facilita el aprendizaje*

*El Ejercicio físico es producto de miles de años de evolución y el cerebro que tenemos, se formó gracias al ejercicio*

*La falta de Ejercicio físico es un factor de riesgo para la adquisición de diversas enfermedades”*

En el caso de **Antonio Damasio** (2020)

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*“Nuestro sistema nervioso prolonga, expande y actualiza el proyecto de la homeostasis y este proyecto es la supervivencia, misma que se logra gracias a la capacidad de movimiento de los seres vivos.*

*El movimiento permite el desarrollo del cerebro a través de la creación de redes neuronales que permiten este desarrollo.*

*El error de Descartes fue la separación dualista entre la mente y el cuerpo, racionalidad y emoción.*

*El cuerpo y nuestras emociones tienen una función clave en la manera en que pensamos y en la toma de decisiones racional*

*El cuerpo... proporciona un contenido que es parte y envoltorio de las actividades de la mente normal», seguido de que «la mente está encarnada, en el pleno sentido del término, no meramente cerebralizada”*

***Para Facundo Manes (2019)***

*“El aporte de las neurociencias a la educación, si bien dan cuenta sobre algunos aspectos del aprendizaje, no puede ofrecer "recetas mágicas" y cualquier decisión sobre lo educa-*



*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
tivo debe ser resultado del diálogo, la reflexión crítica, y la elaboración interdisciplinaria.

*El cerebro es un órgano social, es decir, su mejor desarrollo se da gracias a la interacción con otros seres humanos y de eso se encarga la educación.*

*La práctica del ejercicio nos proporciona felicidad porque liberamos las llamadas hormonas de la felicidad.*

*La creatividad es el resultado de un proceso donde intervienen tres factores: la preparación, la incubación de una idea y poner por un momento a nuestro cerebro en una situación de reposo que nos permita que finalmente surja la creatividad y esto, dentro de un contexto favorable”*

*En tanto que **Wendy Suzuki** (2020) expresa lo siguiente:*

*“Mantengo que el ejercicio que más impacto puede tener hoy en tu cerebro es la acción.*

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*Al hacer ejercicio, estimulamos el nacimiento de nuevas células cerebrales en el hipocampo y con esto mejora tu memoria a largo plazo*

*La actividad física tiene efectos inmediatos en el funcionamiento del cerebro*

*La actividad física mejora las funciones de tu corteza prefrontal, tu capacidad de manejar y centrar tu atención.*

*La actividad física requiere ser un hábito de vida si quieres mejorar no sólo tu capacidad respiratoria sino la cerebral también.*

*El ejercicio a largo plazo cambia literalmente tu cerebro.*

*Con el ejercicio favorecemos el nacimiento de nuevas neuronas y la neuroplasticidad cerebral, es decir, la creación de nuevas rutas neuronales.”*

Mientras tanto, **Jesús Guillén** (2017) comenta lo siguiente:

*“Las neurociencias nos permiten fundamentar el porqué es necesaria la práctica diaria, sistemática y regular del ejercicio para obtener los beneficios que este le brinda al cerebro.*

“...en los últimos años las neurociencias han revelado que el ejercicio regular puede modificar el entorno químico y neuronal que favorece el aprendizaje, es decir, los beneficios son también cognitivos, algo que puede darse a cualquier edad y que, por supuesto, tiene enormes repercusiones educativas.

*El ejercicio regular puede modificar el entorno químico y neuronal que favorece el aprendizaje, es decir, los beneficios son también cognitivos.*

*Para qué educamos? Para mejorar de las funciones ejecutivas del cerebro: control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva y todo, gracias a la educación física, a la educación artística y emocional que están implicadas en el juego, al ejercicio, al movimiento que es como mejor aprende nuestro cerebro.*

*Cahill, (2016, citado por Guillén, 2017) sugiere que nuestro cerebro en particular y el sistema nervioso en general, surgieron debido al movimiento”.*

*Por otro lado, **Irene Pellicer** (2015) menciona:*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*“Los neurocientíficos están expresando cómo el ejercicio físico es vital para la salud mental de las personas, así como, la necesidad de que los estudiantes se muevan.*

*Hoy la neurociencia ha validado el enorme potencial de la acción motriz en la facilitación de los aprendizajes.*

*Reducir las horas de educación física y los deportes... no son la mejor manera de mejorar los programas académicos.*

*La neurociencia plantea la actividad física como una práctica ineludible para la salud del cerebro, a largo de la vida.*

***La salud integral**, no sólo se centra en una mejora a nivel cognitivo, sino que busca el desarrollo integral de la persona, a partir de cinco dimensiones de la salud, las cuales, también se ven potenciadas con la actividad física y el trabajo corporal: **salud mental, la salud física, la salud emocional, la salud interior y la salud social.**”*

En palabras de **Francisco Mora (2018)**, tenemos que:

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*“El ejercicio es clave para mantener la salud del cerebro y favorecer el aprendizaje.*

*La neurociencia es un nuevo punto de partida en el cambio de rumbo del aprendizaje y la enseñanza en las escuelas.*

**Aportaciones de las Neurociencias al campo educativo**

**El aporte de la neurociencia a la educación**

La neurociencia establece que la mente es el resultado de lo que hace el cerebro. La cognición es la interpretación de la información almacenada. Por tanto, el docente debe saber cómo los estudiantes adquieren información a través de los sentidos para almacenarla en la memoria.

Las funciones del cerebro han sido estudiadas por años, y a medida que se conocen las limitaciones del conductismo, los investigadores apuntaron a otros enfoques ligados al desarrollo de los ordenadores lo que les permitió explicar los mecanismos internos que producen la conducta.

Fuente: OCDE, 2009

**5 aportaciones de la neurociencia para mejorar las clases**

- 1 Empieza con algo provocador**  
Una frase, una imagen o una reflexión que no les deje indiferentes
- 2 Conecta con la vida de tus alumnos**  
Presenta problemas que les afecten y hazlo de forma que lo vean interesantes
- 3 Haz que quieran y puedan hablar**  
Crea un clima en el se exista el miedo a expresarse y deja espacio para que construyan sus argumentos
- 4 Introduce incongruencias**  
El mundo está lleno de ellas. Usa la contradicción, novedad, sorpresa, desconcierto e incertidumbre
- 5 Evita la ansiedad**  
Reduce la presión y no pongas en evidencia a los alumnos. Nadie aprende así

Fuente: Mora Torral, Francisco. Neuroeducación. Alianza Editorial.  
Diploma 7. Una palabra en el aula Torralde

***Figura 2. Aportaciones de las neurociencias al campo educativo. Francisco Mora***

*Una buena educación produce cambios profundos en el cerebro que ayudan a mejorar el proceso de aprendizaje posterior y el desarrollo general del ser humano.*

***Algunos pilares cerebrales básicos:***

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*El cerebro aprende y memoriza de un modo acelerado, cambiante; cada día asimilamos nuevas ideas... y en esto, el ejercicio juega un papel fundamental*

*La neuroeducación influye en la capacidad de incrementar unas sinapsis o eliminar otras, y de conformar circuitos neuronales cuya función se expresa en la conducta, en el aprendizaje*

*El niño comienza a aprender a través de las percepciones, emociones, sensaciones y movimientos\_obtenidos del mundo sensorial y como reacción al mundo real”.*

*Mientras que **David Bueno**, (2023) menciona que:*

*“La plástica, la música y la Educación Física son los aprendizajes más transversales que hay y no se debe limitar el tiempo de estas, de hecho, deben ser la base de toda la educación.*

*La educación física exige, entre otras cosas, coordinación, a secuenciar movimientos y la parte del cerebro que aprenden a*

**Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje** secuenciar, es la misma que utiliza para aprender a secuenciar movimientos.

*A través del ejercicio físico estamos entrenando partes del cerebro que van a ser cruciales para aprender a leer, escribir, sumar y cualquier otra actividad intelectual.*

*El ejercicio físico permite que nuestro cerebro haga nuevas conexiones neuronales, las cuales son la base de todo aprendizaje.*

*Para aprender, necesitamos de las emociones, porque quien se emociona, se motiva y quiere aprende o hacer eso que le llamó la atención; y en el caso del ejercicio físico, esta actividad y el juego como una de sus expresiones, es un mundo de emociones.”*

Por otro lado, **Carla Hannaford** (2008) lo comenta de este modo, citando a Sylvester:

*“Tenemos un cerebro porque tenemos un sistema motor que nos permite alejarnos del peligro y acercarnos a las oportunidades. Los sistemas educativos que reducen la mayoría de los movimientos del alumno a*

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*una sola extremidad que escribe secuencias de letras y dígitos sobre un terreno de juego del tamaño de una hoja de papel no entienden la importancia del desarrollo motor (Pág. 112).*

*El movimiento que percibimos cuando estamos en el útero nos da las primeras sensaciones de lo que es el mundo.*

*Durante años de aprendizaje, (y de integración del movimiento con los estímulos sensoriales) hemos aprendido a jugar con lo que acabamos de comprender, a reasociarlo y a crear mayor entendimiento.*

*Cada vez que nos movemos de una forma organizada y elegante, se activa y se integra todo el cerebro, con lo cual se abre de manera natural la puerta del aprendizaje.*

*Para que un pensamiento se afiance, debe haber movimiento.*

*El movimiento contribuye al desarrollo y la salud del cerebro durante toda la vida.*



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*Casi a diario, nuevas investigaciones están arrojando luz sobre los sólidos vínculos que hay entre las zonas del cerebro que participan en el movimiento y las que tienen que ver con la actividad cognitiva”.*

Mientras que **John Medina** (2010) señala que:

*“De los 12 principios del cerebro para explicar cómo funciona el cerebro y alcanzar su máximo desempeño, la práctica regular del ejercicio es el primero de estos, por lo cual, debemos considerar que nuestro cerebro se desarrolló mientras hacíamos ejercicio y que éste, sigue anhelando esa experiencia, y que al hacerlo, mejoramos nuestra memoria de largo plazo, la capacidad de razonamiento, la atención y la capacidad para la resolución de problemas.*

*Nuestra historia evolutiva nos dice lo siguiente: el cerebro parece estar diseñado para resolver problemas relacionados con la supervivencia en entornos inestables , y hacerlo en un movimiento casi constante. El movimiento se traduce en ejercicio, donde éste, estimula la potencia cerebral.*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*Mucha de nuestra historia evolutiva se resume en lo que los paleoantropólogos resumen en dos palabras: **Nos movíamos**. Y esto significa que nuestros elaborados cerebros se desarrollaron mientras hacíamos ejercicio.*

*El cerebro humano se convirtió en el más poderoso del mundo en circunstancias en las que el movimiento era una presencia constante.*

*Por lo que, si nuestras aptitudes cognitivas se fraguaron en el horno de la actividad física, ¿es posible que esta misma actividad física siga influyendo en ellas? Y si la respuesta es sí, entonces*

***¡Sigamos practicando ejercicio todos los días!***

*Una pequeña dosis de ejercicio diario incrementa los niveles de neurotransmisores básicos para una buena salud y para favorecer el aprendizaje*

**Doherty y Forés (2020)** mencionan que:

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*“La evidencia neurocientífica sugiere que el sedentarismo no solo tiene un impacto nocivo en el bienestar físico, sino también en la salud cerebral. El ser humano está diseñado para moverse, para interrelacionarse con su medioambiente, con el movimiento: la actividad física es un factor clave que contribuye al funcionamiento saludable del cerebro”.*

***Ratey y Hagerman***, (2009, citados en el libro de Unobrian 2012), lo mencionan de esta forma:

*“...En realidad, lo que nos hace más inteligentes es un cómputo de aspectos tales como la práctica del ejercicio físico y de las capacidades cognitivas, una adecuada nutrición, control del estrés, etc. Todo ello hace que tanto las capacidades como el rendimiento cognitivo mejoren notablemente... La especie humana ha tenido que irse adaptando a los cambios constantes de nuestro entorno para poder sobrevivir. Para conseguir ese fin, nuestro cerebro ha tenido que ir evolucionando a medida que el medio nos ha demandado perfeccionar una serie de habilidades motoras. Para poder sobrevivir, nuestros antepasados tuvieron que utilizar sus capacidades físicas para cazar, pescar y recolectar, pero, además, también tuvieron que utilizar la inteligencia, imprescindible para encontrar y almacenar los alimentos. (Págs. 152 y 153)*

*Mientras tanto, en el mismo libro Unobrian, (2012), se cita lo siguiente:*

*“En realidad alimentación, actividad física y aprendizaje están relacionados entre sí ya que, a su vez, se encuentran integrados en los circuitos del cerebro” (Pág. 153)*

Así, para Unobrain (2012), la falta de actividad física afecta gravemente al cerebro, haciendo que se deteriore y se genere toda una serie de complicaciones en la salud del organismo humano. Por el contrario, si esto no es así, entonces encontramos que el cerebro responde de la misma manera que los músculos: si se ejercitan se hacen más fuertes, pero si, por el contrario, no se ejercitan, con la inactividad desaparecen.

Por otro lado, cuando movemos nuestra musculatura, producimos unas ciertas proteínas que viajan a través del torrente sanguíneo y que van al cerebro, donde juegan un papel importante en mecanismos implicados en los pensamientos de orden superior. Algunas de éstas son el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) y el

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), aportando ambas una visión de la conexión mente-cuerpo.

Como se ha podido apreciar, son muchos los autores que expresan y reconocen el valor y la importancia del ejercicio -y de la Educación Física por supuesto-, respecto que tanto las neurociencias como la propia Educación Física se influyen recíprocamente obteniendo ambas muchos beneficios, por lo que a continuación haremos, será resaltar o destacar estos niveles o grados de influencia, de tal forma que como docentes de EF contemos con los argumentos y la fundamentación científica que nos permita fundamentar el ejercicio de nuestra profesión y destacar su valor e importancia.

*Las neurociencias establecen que la mente es el resultado de lo que hace el cerebro. La cognición es la interpretación de la información almacenada. Por lo tanto, el docente debe saber cómo los estudiantes adquieren la in-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje formación a través de los sentidos para almacenarla en la memoria.*

*Fuente: OCDE, 2009*

## **Conocimientos que nos aportan las neurociencias**

Gracias a las neurociencias, conocemos hoy conceptos como la *neuroplasticidad*, que consiste en la capacidad de nuestro cerebro de producir nuevas neuronas; asimismo, se habla hoy en día del *incremento de las redes neuronales* o redes Hebbianas que se refiere al hecho de que el estímulo que representa en este caso el ejercicio, hace que las neuronas busquen conectarse unas con otras (*sinapsis* y *sinaptogénesis*) ya sea para su eliminación, reforzamiento o debilitamiento para su mejor funcionamiento y estos cambios estructurales subyacen al aprendizaje. Las implicaciones que esto tiene son en el sentido de los intercambios o estímulos eléctricos y bioquímicos que lo hacen posible (a esto se le conoce también como

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

la base biológica del aprendizaje y que en esto reside la plasticidad neuronal, de acuerdo con la teoría de la asamblea celular o Ley de Donald Hebb).

De acuerdo con la OCDE (2009),

*La información descubierta en las dos últimas décadas ha conformado que el cerebro retiene su plasticidad a lo largo de toda la vida. Y, debido a que la plasticidad sustenta el aprendizaje, podemos aprender en cualquier etapa de la vida, aunque de formas un tanto diferentes en las distintas etapas (Koi-zumi, 2003; OECD, 2002). (Pág. 63)*

Del mismo modo, se habla también del concepto de *neurogénesis*, que es la generación o creación de nuevas neuronas, y de igual forma sabemos hoy que es en la región prefrontal donde se ubica el área motora dentro de nuestro cerebro y de donde parten las órdenes para controlar, la producción de oxitocina y endorfinas).

A esto se le denomina como las hormonas de la felicidad:

Mejora la atención: *Noradrenalina*

Mejora el estado de ánimo: *Serotonina*

Mejora la motivación; *Dopamina*

Producen sensación de felicidad: *Endorfinas*



Figura 26. Dos presentaciones de las moléculas u hormonas de la felicidad.

El ejercicio tiene el poder de regular los neurotransmisores y en general toda la neuroquímica del cerebro. Un ejemplo de ello (de acuerdo a lo señalado por Unobrian 2012) es el estudio que llevaron a cabo investigadores



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***  
de la Universidad de Duke (Babyak, 2000) en el que se muestra que:

*“El ejercicio físico proporciona mejores resultados que la sertralina (antidepresivo Inhibidor de la recaptación de la serotonina) en el tratamiento de la depresión.*

*El Factor Neurotrófico (BDNF\_Brain-derived neurotrophic factor) es una proteína clave para las neuronas y para mejorar las capacidades cognitivas. Esta proteína no solamente se encuentra en el cerebro, sino también en ciertas neuronas del sistema nervioso central y periférico. Dentro del cerebro está presente en el hipocampo, el cerebelo, la corteza, el área ventral tegmental y el cerebro anterior basal, áreas imprescindibles para la memoria, la motivación, el aprendizaje y el pensamiento superior. (Pág. 161).*

*El BDNF principalmente se encuentra en el hipocampo, un área del cerebro que está relacionada con el aprendizaje y la memoria. (Pág. 162)”.*

Asimismo lo expresan otros tantos autores que hablan acerca de la importancia del BDNF y de cómo, gracias al ejercicio, este se produce en el hipocampo para favore-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

cer los procesos de aprendizaje, por ejemplo Nithianantharajah J, 47, Hannan AJ, (2009, Van Praag, 2009, y Lautenschlager NT, Cox K, Cyarto EV. 2012, citados por Navarro y Osses, 2015, mencionan que desde el punto de vista de las neurociencias, la actividad física y sus beneficios en la función cognitiva han sido vinculados con el aumento de la secreción de factores neurotróficos derivados del cerebro (BDNF) junto a otros factores de crecimiento que estimulan la neurogénesis, aumentan la resistencia al daño cerebral, mejoran la capacidad de aprendizaje y potencian el desarrollo mental.

De igual forma, hoy conocemos un poco más acerca de otras partes u órganos de nuestro cerebro tales como la Amígdala y su funcionamiento, el hipocampo, el hipotálamo, las diferentes áreas y lóbulos cerebrales, la composición misma de todo el sistema nervioso y sus diversas partes y la forma en como todo esto interactúa con el resto de nuestro cuerpo y en general con todo nuestro ser.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Por otra parte, Logatt (2014), afirma que el neurocientífico Kirk Erickson, de la Universidad de Pittsburgh y su equipo, realizaron una serie de trabajos y registraron durante años la actividad física y los patrones cognitivos, habiendo llegado a la conclusión que *a mayor actividad física el riesgo de deterioro cognitivo disminuye*. Por lo tanto, es posible afirmar que, a mayor ejercitación física diaria, mayor incremento de la capacidad cognitiva.

Es el propio Logatt (2014), quien concluye que, para lograr desarrollar y mantener las funciones más elevadas de nuestro cerebro y cuidar de su salud, la actividad física debe ser regular y una compañera en todas las etapas de nuestras vidas.

Dada la importancia de este tema y considerando muy valiosa la siguiente información, reproducimos a continuación (aunque esto no respete algunos de los lineamientos acerca de hasta cuántas líneas o párrafos podemos reproducir textualmente) los aspectos más importantes del artículo titulado:

## ***¿Por qué se aprende mejor en movimiento?***

*“La neurociencia tiene la respuesta, publicado por García (2018): La conexión entre cerebro y movimiento está avalada por diferentes investigaciones y estudios. Los niños pueden aprender matemáticas con mayor facilidad si se conecta esta asignatura con ejercicios de Educación Física; igualmente, serán capaces de mantener la concentración durante más tiempo y absorberán todos los conocimientos de forma más liviana si se opta por pequeños descansos en movimiento después de un periodo considerable de actividad sedentaria”.*

Esto es lo que se conoce como descansos activos o “snaks de ejercicio” (Valenzuela, 2023).

*Aunque todo esto está demostrado, ¿cuál es la razón que hace que el cerebro aprenda más rápido si está en conexión con el movimiento físico? Son muchas las investigaciones y publicaciones que declaran la innegable relación entre actividad física y la mejora del rendimiento escolar y/o cognitivo, pero ¿qué hay detrás de esta causa-efecto? Pues bien, la línea que une estos dos elementos nos la viene a dibujar la Neurociencia. Gracias a los avances realizados en neurociencia, conocemos un fenómeno cerebral denominado neuroplas-*

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*ticidad, una propiedad del sistema nervioso que le permite adaptarse continuamente a diferentes experiencias. Las experiencias modifican el cerebro Las experiencias modifican nuestro cerebro continuamente creando, fortaleciendo o debilitando las sinapsis que conectan las neuronas. A este proceso se lo define en algunas publicaciones como aprendizaje neuronal (o aprendizaje hebbiano). Del cual se puede desprender que cada nuevo circuito neuronal creado/modificado en el todo cerebral equivaldría (mentalmente) a un aprendizaje significativo (Ausubel, 1960, 1963).*

*“Las experiencias modifican nuestro cerebro continuamente creando, fortaleciendo o debilitando las sinapsis que conectan las neuronas”. Ledoux, neurocientífico estadounidense, indica que a nivel filogenético se distinguen tres partes en el cerebro: la corteza cerebral, el sistema límbico y el cerebro reptiliano. En el sistema límbico, que es la red de neuronas que facilita la comunicación entre el hipotálamo (implicado en conductas básicas de supervivencia), la corteza cerebral y las demás partes del encéfalo, es donde residen las funciones esenciales de la emoción. Según este autor, el sistema emocional puede actuar independientemente del neocórtex.*

Asimismo la OCDE (2009) confirma esto al señalar que:

*“Un reciente metaanálisis de los datos longitudinales existentes sugiere una asociación sólida y positiva entre el buen estado expandido y la vitalidad cognitiva en los seres humanos, en especial en los procesos ejecutivos (por ejemplo: el manejo o control de los procesos mentales) (Pág. 78) ...La declinación cognitiva puede ser retardada si se tiene un buen estado físico. En particular, se ha mostrado que la mejora en la tarea está positivamente correlacionada con la función cardiovascular. Los estudios de entrenamiento [training] específico también muestran resultados positivos para la orientación espacial, el razonamiento inductivo y las actividades de cambios complejos de tarea, como la conducción de vehículos” (Pág. 79) ...*

*Los dos protagonistas de este sistema límbico son el hipocampo, que registra los hechos puros (podríamos identificarlo como el almacén de la memoria y por lo tanto, de muchos aprendizajes) y la amígdala, encargada de registrar un estado emocional ante esos hechos/experiencias. La amígdala produce la respuesta emocional, pero esta reacción es impulsiva y es otra parte del cerebro la que se encarga de elaborar una respuesta más adecuada. El regulador cerebral que recibe y controla los impulsos de la amígdala parece encontrarse en el*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*extremo de una vía nerviosa que va al neocórtex, en el lóbulo prefrontal. Este lóbulo prefrontal constituye una especie de modulador de las respuestas proporcionadas por la amígdala y otras regiones del sistema límbico, permitiendo la emisión de una respuesta más analítica y razonada. Las conexiones existentes entre la amígdala y el neocórtex constituyen el centro de gestión entre los pensamientos y los sentimientos. Esta es la razón principal por la que la emoción (positiva) es fundamental para pensar eficazmente, tomar decisiones inteligentes y permitirnos pensar con claridad. La corteza prefrontal es la región cerebral que se encarga de la memoria de trabajo y de elaborar respuestas, ponderando el caudal de información proveniente de distintas zonas cerebrales.*

### ***Dopamina, una gran aliada del correcto aprendizaje***

*La amígdala secreta dopamina, este neurotransmisor cerebral se relaciona con las funciones motrices, las emociones y los sentimientos de placer. La relevancia educativa de este neurotransmisor es capital, porque interviene en procesos de gratificación y motivación (como precursor del placer/alegría), que son fundamentales en el aprendizaje. Controla los sistemas encargados de activar los centros responsables de la actividad motora, así como los de regular ciertas secreciones*

**Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje**

hormonales, de mandar información a células del mesencéfalo que conectan con el córtex frontal y con distintas estructuras del sistema límbico. Estos dos últimos sistemas tienen una función muy importante en la vida emocional de las personas. La secreción de dopamina y su presencia en los lóbulos frontales, controla el flujo de información desde otras áreas del cerebro. Las irregularidades sobre su emisión y/o recepción en esta región cerebral, pueden causar interferencias en las funciones neurocognitivas, especialmente la memoria, atención, y resolución de problemas (a veces referidas como funciones ejecutivas)

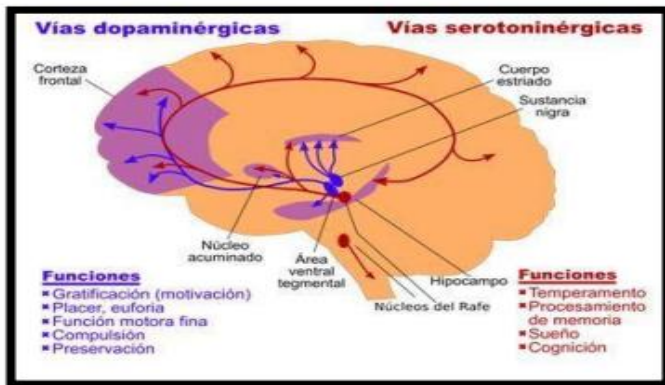


Figura 27. Vías dopaminérgicas y serotoninérgicas

**Cuanto más movimiento, más crecimiento cerebral.**



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*Dejando a un lado las emociones y su gestión, y centrándonos en la actividad física y el movimiento, hay que poner especial interés en las neurotrofinas, que son un tipo de proteínas relacionadas con la supervivencia de las neuronas. La musculatura y ciertas partes del cerebro, al ser estimuladas a través del movimiento y/o ejercicio, las vierten al torrente sanguíneo con la misión de estimular la supervivencia, crecimiento o diferenciación de las partes activadas. El factor de crecimiento nervioso (FCN) es una proteína presente en el sistema nervioso central y en otras zonas del cuerpo, ya que puede atravesar la barrera hematoencefálica. El FCN está relacionado directamente con la síntesis y control de la norepinefrina. También se han encontrado multitud de neuronas colinérgicas sensitivas sensibles a FCN, presentes en diferentes estructuras, incluido el hipocampo, teniendo un importante papel en la memoria y el aprendizaje.*

*El factor neurotrófico derivado del cerebro BDNF (del inglés brain-derived neurotrophic factor), son proteínas secretadas en una amplia gama de tejidos y tipos de células, no solo en el cerebro. Su expresión puede ser vista en la retina, el SNC, las neuronas motoras, los riñones y la próstata, habiéndose constatado el aumento de su secreción y actividad a través del ejercicio regular. Son sustancias químicas que ayudan a esti-*

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***  
*mular y controlar la neurogénesis o creación de nuevas neuronas.*

***El ejercicio provoca cambios estructurales en el cerebro.***

*Está demostrado que la práctica regular de ejercicio (fundamentalmente de tipo aeróbico) favorece la secreción de estas sustancias y provoca pequeños cambios estructurales en el cerebro, mejorando la memoria y procesos mentales asociados, con lo que utilizar el juego y el movimiento, es la fórmula ideal de mejorar las capacidades mentales e incidir sobre la motivación y la predisposición al aprendizaje. En este sentido. “Aunar aprendizajes con movimiento no sólo es lícito y posible, sino que se muestra como la vía más cargada de naturalidad y biológicamente adecuada a nuestra especie” Por lo tanto, y teniendo en cuenta el positivo factor emocional del juego y el movimiento en los niños, diseñar actividades que necesiten de la participación del mayor número de zonas cerebrales implicadas en la tarea, incluyendo las dedicadas al control motriz, se erige como la metodología que más beneficios aportará al desarrollo de la capacidad cognitiva general y, por ende, a las competencias o habilidades más específicas. Por tanto, el entorno y actividades propias de la Educación Física es el más favorable escenario de actuación escolar.*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*Son estas las formas principales en como la Educación Física a través de sus propios contenidos, contribuye al aprendizaje no sólo desde el punto de vista intelectual, sino al desarrollo mismo de su cerebro, potenciando su capacidad de mejorarse a sí mismo e incluso, llegando a favorecer la creación de nuevas neuronas y conexiones cerebrales, permitiendo con ello un alto grado de desarrollo”.*

Sin embargo, existe una condición para lograr estos resultados: que la práctica del ejercicio sea de forma sistemática, continua (de tres a cinco veces por semana o de 150 a 300 minutos semanales, dependiendo del grado de intensidad: de moderado a intenso), a lo largo del tiempo para poder obtener todos los beneficios que esta brinda, demostrándose además - de acuerdo a las Universidades de Strathclyde y Dundee - que el vínculo entre actividad física y rendimiento escolar tiene un efecto duradero a lo largo del tiempo. Es por esto último, que es indispensable que la Educación Física sea contemplada como un contenido transversal durante toda la educación básica (incluida la educación inicial) para alcanzar los mayores beneficios posibles.

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Es esta la forma en cómo la Educación Física, a través de sus contenidos específicos, hace sus aportaciones para favorecer y mejorar la capacidad de aprendizaje de los alumnos, además de contribuir a su formación integral por lo que se refiere no solamente a su desarrollo físico, sino también emocional, de autoconocimiento, seguridad y confianza en sí mismo, socialización, desarrollo de valores personales, sociales y culturales, lo que hace de esta profesión una dimensión imprescindible dentro del contexto de la educación integral y con un marcado acento pedagógico por su propia denominación como EDUCACIÓN FÍSICA.

De acuerdo con el Informe de la OCDE (2009) y citando a Frost (1998), existen cinco principios que subrayan la importancia del juego en la primera infancia en el desarrollo del cerebro y del aprendizaje, tanto en los humanos como en los animales:

- 1) *Todos los mamíferos jóvenes y sanos juegan, los pequeños animalitos inician sus juegos y sus escaramuzas mediados por adultos cuidadores; los pequeños humanos –cuyo período de inmadurez motora después*

## ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*del nacimiento es más largo— dependen más de sus padres y de otros para darle estructura y dirección a su juego inicial, siendo éste su andamiaje para el desarrollo.*

- 2) El rango y la complejidad del juego aumenta rápidamente, en correspondencia con el desarrollo neural.*
- 3) Los juegos tempranos y las escaramuzas en los animales (escapar, asechar, acosar, abalanzarse), y en los humanos (movimiento, lenguaje, negociación) los equipan con las habilidades necesarias posteriormente.*
- 4) El juego es esencial para un desarrollo sano, al facilitar la unión del lenguaje con la emoción, el movimiento, la socialización y la cognición. “Es una actividad de juego y no de instrucción directa, ni de aislamiento, de privación o abuso, la que marca una diferencia positiva en el desarrollo del cerebro y el funcionamiento humano” (Frost, 1998, p. 8).*
- 5) La privación de juego puede dar origen a conductas aberrantes. Smith y Pellegrini (2004) cuestionan la voracidad del juego, especialmente del juego socio dramático en el aprendizaje humano, señalando la devoción hacia la “mística del juego” en el desarrollo de los programas de primera infancia en las sociedades occi-*

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*dentales modernas, el que no está plenamente verificado. Su revisión señala: ...la importancia de los adultos (generalmente los padres) en sus actitudes hacia el juego de los niños. Ya sea que un niño participe en un juego –quizá fingiendo jugar especialmente– varía enormemente entre las culturas y mide el grado con el cual los adultos desmotivan ese juego (imponiendo algún trabajo o demandas de cuidado, incluso en niños muy pequeños); lo toleran por un rato (como una forma de reducir las demandas de cuidado directas que el niño les hace; o lo alientan activamente (como una forma de desarrollar las habilidades cognitivas y sociales –como una forma de “inversión parental”) (p. 296, citado por Valenzuela, Pág. 269).*

Todo esto pasa en tu cerebro con la práctica sistemática del ejercicio (léase, de la educación física):

- Mejora la plasticidad sináptica y en consecuencia, favorece el aprendizaje
- Aumenta la neurogénesis en el hipocampo (creación de nuevas neuronas)

### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

- Aumenta la vascularización cerebral. El ejercicio físico permite la creación de nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis)
- Se induce la producción de moléculas proteicas llamadas BDNF (Factor neurotrófico para el desarrollo del cerebro)
- Se libera una gran cantidad de neurotransmisores que afectarán positivamente el desarrollo cerebral

Además, las aportaciones de las neurociencias a la Educación Física se destacan por lo siguiente:

- ✓ Mejora nuestra calidad de vida
- ✓ Sólidos conocimientos científicos
- ✓ Mejor estatus académico a la EF
- ✓ Mayor conocimiento de cómo funciona nuestro SN y su relación con la EF
- ✓ Favorece la creación de mejores metodologías educativas
- ✓ Rompe mitos infundados
- ✓ Nuestro cerebro es plástico y cambia todos los días

- ✓ El Ejercicio físico es necesario y fundamental para el desarrollo cerebral

Icaza (2022)

Además y de acuerdo con (Campos, 2014 citado por Torres, 2020), La neurociencia aporta al educador conocimientos útiles que sirvan como herramienta para innovar y transformar su práctica educativa

De igual forma lo señala la OCDE (2009) al afirmar que:

*“Hay evidencia de que la actividad física conduce a un mejoramiento de la coordinación y del control motor (p. ej. el equilibrio, la coordinación motora en general, las destrezas motoras específicas y la conciencia del propio cuerpo), lo cual tiene implicaciones al abordar los problemas del aprendizaje y los desórdenes atencionales (Rudel, 1985; Nicolson, Fawcett y Dean, 1995; Roth y Winter, 1994). Varios estudios también han indicado una clara relación entre diferentes aspectos del desarrollo motor y del lenguaje (Ruoho, 1990; Rintala et al., 1998; Moser, 2001). Moser sugiere que estos argumentos en pro del impacto benéfico del ejercicio sobre la cognición tam-*



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*bién pueden entenderse como contribuyentes a un argumento más amplio acerca de la necesidad de reconocer de mejor manera la actividad física y corporal para todo tipo de programas educacionales, actividades de esparcimiento y para la vida diaria en general (Moser, 2004). En las escuelas con frecuencia esto se encuentra confinado a las clases de educación física y no está lo suficientemente integrado dentro de otras partes del currículo (Pág. 104) ... La comprensión de los mecanismos fundamentales por medio de los cuales el ejercicio puede afectar el funcionamiento del cerebro habrá de informar sobre la comprensión de la salud cognitiva humana, incluyendo cómo el currículo educacional podría incluir programas de ejercicio para aumentar el aprendizaje... (Pág. 105).*

Por todo lo anterior y más, podemos afirmar que:  
**Las neurociencias nos proporcionan los conocimientos acerca de qué es, cómo funciona nuestro cerebro y el SN**  
y de qué forma esto nos permite mejorar la metodología de la enseñanza de la EF



Figura 28. Imagen de un cerebro “ejercitándose”

Para Maureira (2018), estos son los principales beneficios que nos reportan las neurociencias en general para la Educación Física.

## *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

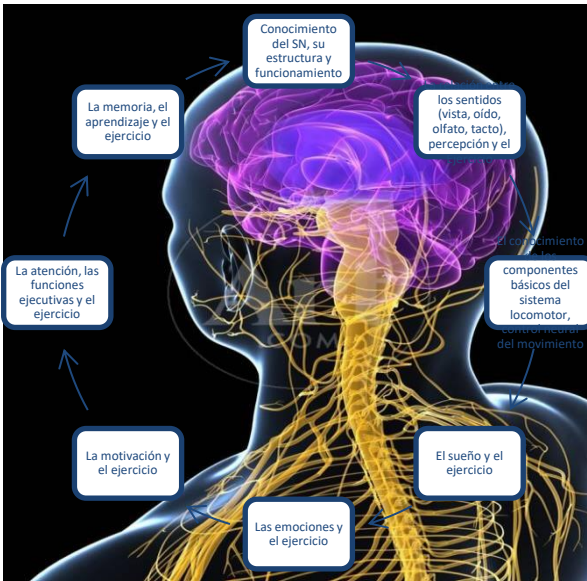


Figura 24. Principales beneficios que nos reportan las neurociencias de acuerdo con Maureira (2018).

En este mismo sentido se pronuncian Sibley y Et-nier (2003) al presentar este otro cuadro:

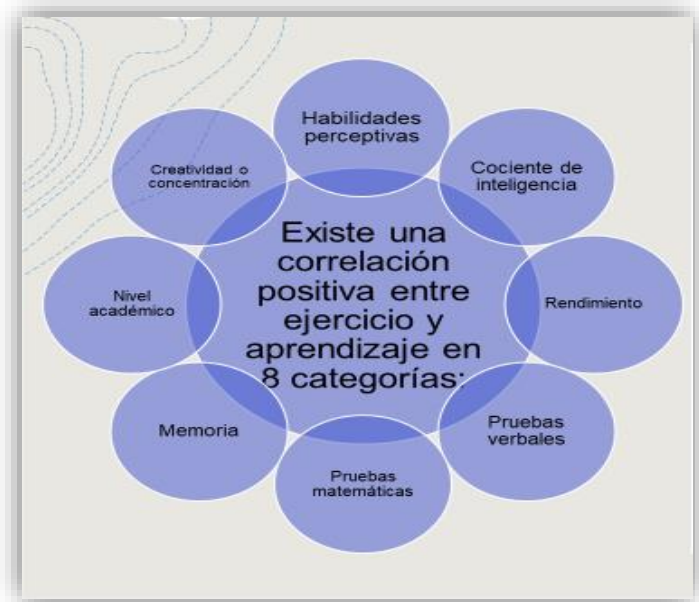


Figura 25. Correlación positiva entre ejercicio y aprendizaje, Sibley y Etnier (2003)

De igual forma, Hillman et al (2014), presentan esta imagen de una tomografía en donde se aprecian los cambios cerebrales producto del ejercicio.

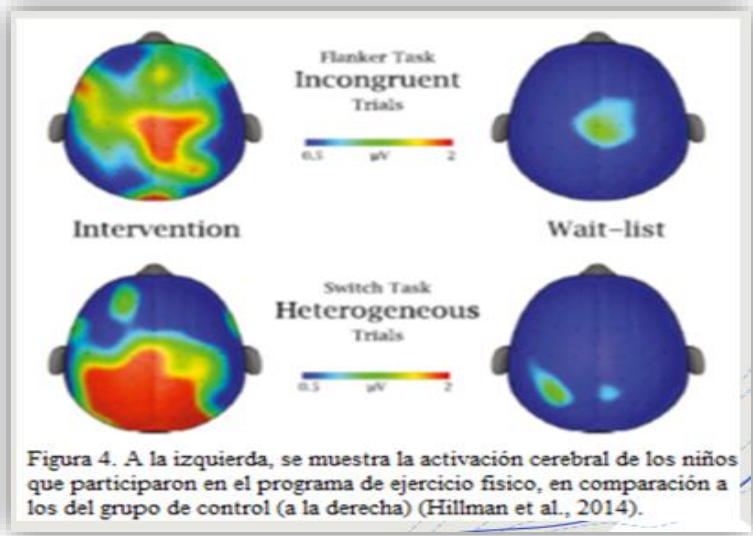


Figura 26. Imagen computarizada de cambios cerebrales producto del ejercicio.

Así, la primera y más grande aportación que hace la EF a las Neurociencias son sus contenidos específicos que se manifiestan en variadas formas de ejercitación física y los efectos que estos provocan en el sistema nervioso.

Además, la EF les permite a las neurociencias beneficiarse de los efectos positivos del ejercicio en el desarrollo cerebral al incrementar la producción de factores neurotróficos y neurotransmisores que favorecen su funcionamiento y mejoría

**Bien lo decía ya Rousseau, “mi mente sólo funciona con mis piernas”. Y nosotros compartimos su aseveración.**

**¡Noticia de última hora!**

*¡La Educación Física hace grandes aportaciones para el desarrollo cerebral y del aprendizaje cognitivo y socioemocional!*

- ✓ Mejora la plasticidad sináptica y en consecuencia, favorece el aprendizaje\*
- ✓ Aumenta la neurogénesis en el hipocampo (creación de nuevas neuronas)
- ✓ Aumenta la vascularización cerebral. El ejercicio físico permite la creación de nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis)

Figura 27, aportaciones de la EF a las Neurociencias

Otras aportaciones y beneficios que hace la Educación Física a las Neurociencias son las siguientes:

- Con el ejercicio, mejora la plasticidad sináptica, fortaleciendo las conexiones neuronales; au-

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

menta la neurogénesis en el hipocampo; aumenta la vascularización cerebral (angiogénesis) a través del incremento en el aporte de sustancias nutricias al cerebro.

- Vivir la experiencia placentera y emotiva del movimiento, lo cual le da significatividad a lo que hace el alumno y en consecuencia motivación para seguirlo haciendo
- Favorece la producción de factores de crecimiento como el IGF-1 (insulina como factor de crecimiento o el VEGF (factor de crecimiento de fibroblastos)
- Con la práctica regular del ejercicio, se incrementan los niveles de neurotransmisores básicos y de factores neurotróficos para una buena salud mental:
- La EF es la que da mayor viabilidad al alumno para el aprendizaje.
- La EF favorece todos los aspectos para que la gente sea más sana en general y en particular para un mejor desarrollo cerebral y por ende, el aprendizaje

- La EF –léase el ejercicio- es *uno de los principales factores de neuroprotección y de prevención de enfermedades degenerativas del cerebro*
- ***La EF es la que da mayor viabilidad al alumno para el aprendizaje.***
- La EF favorece todos los aspectos para que la gente sea más sana en general y en particular para *un mejor desarrollo cerebral* y por ende, el aprendizaje
- La EF –léase el ejercicio- es *uno de los principales factores de neuroprotección y de prevención de enfermedades degenerativas del cerebro*

Para autores como Mora (2010) y Medina (2010), el ejercicio es la clave para mantener la salud del cerebro



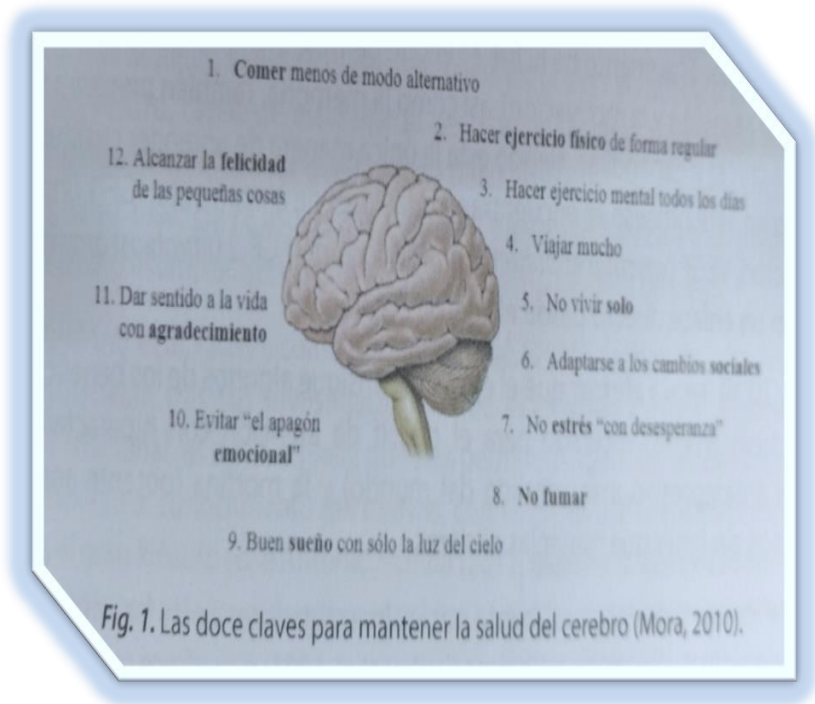


Figura 28, las doce claves para mantener la salud del cerebro,

Cuando afirmamos que **la actividad física es uno de los recursos más efectivos para aumentar los niveles de neurotrofinas. Específicamente, el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), es un mediador clave en el mejoramiento de las conexiones sinápticas y en la capacidad del cerebro de cambiar y re-**

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*  
**modelar dichas conexiones (plasticidad), dependiendo de uso, hacemos referencia a lo siguiente:**

*Las **neurotrofinas**, también llamadas **factores neurotróficos**, son una familia de proteínas que favorecen la supervivencia de las neuronas. Estas sustancias pertenecen a una familia de factores de crecimiento. Los factores neurotróficos son secretados por determinados tejidos, siendo una de sus funciones impedir a las neuronas diana que inicien la muerte celular programada.*

La familia de las neurotrofinas está formada por el factor de crecimiento nervioso (**NGF**, del inglés, *nerve growth factor*), el factor neurotrófico derivado del cerebro (**BDNF**, del inglés *brain-derived neurotrophic factor*), la Neurotrofina -1 (**NT-1**), la neurotrofina-3 (**NT-3**), y la Neurotrofina -4 (**NT-4**).

De acuerdo a las investigaciones realizadas, se encontró una correlación positiva entre la distancia promedio corrida por día y el aumento del BDNF en el hipocampo. El

factor de crecimiento nervioso (NGF) y el factor de crecimiento de fibroblastos-2 (FGF-2), también son inducidos en el hipocampo en respuesta al ejercicio

**Por otro lado, el neurotransmisor neuro mediador o segundo mensajero**, es una molécula que permite la transmisión de la información de una neurona a otra, en donde una célula muscular o una glándula son quienes disparan este mecanismo mediante la sinapsis que las separa. El neurotransmisor se libera desde las vesículas sinápticas en la extremidad de la neurona presináptica, hacia la sinapsis, atraviesa el espacio sináptico y actúa sobre los receptores celulares específicos de la célula objetivo.

En este sentido, existe una diferencia entre neurotransmisor y hormona. Un neurotransmisor al ser liberado sólo comunica a una neurona inmediata, mediante la sinapsis. En cambio, una hormona se comunica con otra célula sin importar lo lejos que esté, viajando a través del torrente sanguíneo.

## *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

Aunque algunos neurotransmisores suelen actuar como hormonas, a estos se les denomina neurohormonas.

De tal forma que encontramos lo siguiente:

### **Principales neurotransmisores**

Acetilcolina (AC). Se localizan en:

Neuronas motoras en médula espinal → unión neuromuscular

Prosencéfalo basal → numerosas áreas de la corteza

Interneuronas en el cuerpo estriado

Sistema nervioso autónomo → neuronas preganglionares del SNA simpático y parasimpático, y postganglionares del parasimpático.

Dopamina. Se localizan en:

Sustancia negra → vía central del cuerpo estriado, sistema límbico y numerosas áreas de la corteza)

Núcleo arcuato del hipotálamo → hipófisis anterior a través de las venas portales

Noradrenalina (NE). Se localizan en:

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Locus Coeruleus de la protuberancia → sistema límbico, hipotálamo, corteza

Bulbo raquídeo → locus coeruleus, médula espinal

Neuronas posganglionares del sistema nervioso simpático

Serotonina. Se localizan en:

Núcleos del rafe protuberancial → múltiples proyecciones

Bulbo raquídeo/Protuberancia → asta dorsal o posterior de la médula espinal

Ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA). Se localizan en:

Principal neurotransmisor inhibitor del cerebro; interneuronas corticales muy extendidas y vías de proyecciones largas.

Glicina. Se localizan en:

Principal neurotransmisor inhibitor de la médula espinal

## Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje

Glutamato. Se localizan en:

Principal neurotransmisor excitador; localizado por todo el SNC, incluso en células piramidales corticales.

A partir de lo anterior, elaboramos el siguiente cuadro:

Órgano	Hormona/ neurotransmisor	Función	Efectos	Tipo de ejercicio
Amígdala	Dopamina	Motriz, emociones y sentimientos de placer	Gratificación, buen humor, motivación	Trabajo aeróbico
Musculatura	neurotrofinas	crecimiento neuronal	Supervivencia neuronal, integración funcional en un proceso lógico de desarrollo	Trabajo de fuerza
Ciertas partes del cerebro				
SNC, Hipocampo	Factor de crecimiento nervioso (FCN)	Síntesis y control de la norepinefrina	Mejora la memoria y el aprendizaje	Juego, movimiento en general
Amplia gama de tejidos (riñones, retina, próstata, neuronas motoras, músculos)	BDNF	Estimulan y controlan la neurogénesis	Mejora la memoria y el aprendizaje y la reserva cognitiva	Ejercicios aeróbicos y trabajo de fuerza
Músculos y todo el organismo en general	Serotonina	Estimulan diferentes zonas cerebrales	Mejora el estado de ánimo, calma, paciencia, autocontrol, buen humor	Ejercicios aeróbicos
Todo el organismo	Adrenalina			Juego
Todo el organismo	Noradrenalina		Mejora la atención	Juego
Todo el organismo	Norepinefrina	Favorece la regulación de las emociones	Potencia la atención, la percepción, la motivación y la excitación	ejercicios de respiración, relajación y
Neurotransmisor liberado al hacer ejercicio	Oxitocina	Se estimula su liberación con el ejercicio a diferentes zonas cerebrales	Relaciones de confianza y generosidad, mejora la atención, la concentración, la memoria espacial, y episódica, el lenguaje	Juegos, deportes, ejercicio en general

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes consultadas

## Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje

Cada vez que el alumno participa en las actividades propias de la Educación Física, su cerebro se beneficia en los siguientes aspectos:

- Morfofuncionales
- Hormonales
- Cognitivos
- Emocionales
- Actitudinales

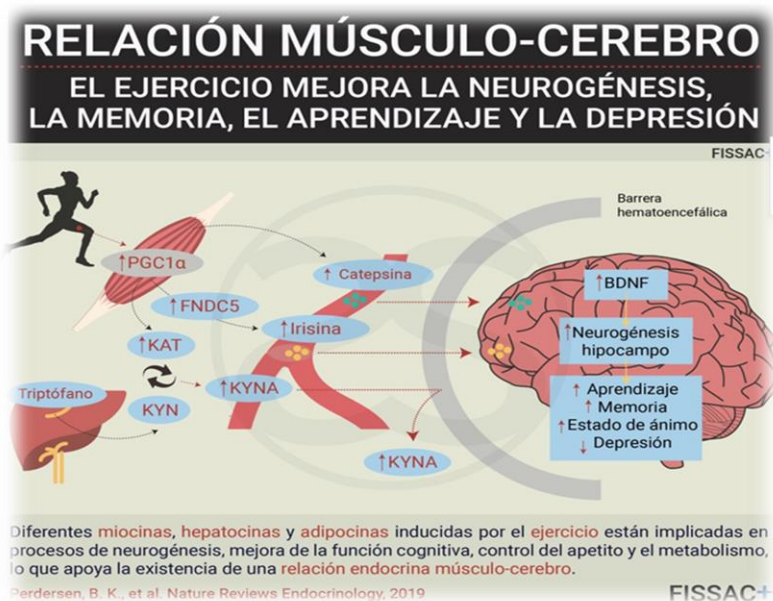


Figura 29. Relación músculo-cerebro, tomado de la Revista Fissac,

**MORFOFUNCIONALES:**

- Mejor irrigación sanguínea al cerebro,
- Angiogénesis y neurogénesis,
- Incremento de las redes neuronales y de la plasticidad cerebral,
- Resistencia al daño cerebral,
- Incremento de la reserva cognitiva,
- Cambios en la estructura del hipocampo, de la amígdala, el hipotálamo, el cerebelo, el sistema vestibular, las zonas prefrontal y frontal en cuanto a su intercomunicación, permitiendo el reconocimiento y ubicación espacial.

**HORMONALES:** producción y liberación del Factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, por sus siglas en inglés), liberación de endorfinas para el placer y la euforia (Dopamina)

**EMOCIONALES:** Control y mejora de sensaciones placenteras, control de emociones positivas y negativas



**COGNITIVOS:** Mejora la capacidad de aprendizaje, potencia el desarrollo mental, favorece el aprendizaje significativo y el desarrollo o utilización de las zonas de desarrollo próximo, mejora la función cognitiva, la reflexión y el pensamiento lógico-matemático, la generación de ideas, la memoria de corto y largo plazo. El razonamiento y la capacidad numérica, la concentración, el aprendizaje neuronal, funciones ejecutivas de memoria, atención y resolución de problemas

**ACTITUDINALES:** Mejor toma de decisiones, autocontrol y regulación de las emociones, disciplina, empatía, cooperación, solidaridad, etc.

Por otra parte, la EF permite a las neurociencias beneficiarse de los efectos positivos del ejercicio en el desarrollo cerebral al incrementar la producción de factores neurotróficos y neurotransmisores que favorecen su funcionamiento y mejoría, por ejemplo:

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

- El hipocampo es una de las regiones más influenciadas por el ejercicio físico, particularmente por el ejercicio aeróbico, Erickson, 2011.
  
- Se tiene una correlación positiva entre la resistencia cardiovascular y la capacidad intelectual, de acuerdo de un estudio longitudinal con más de un millón de personas, dando por resultado, además, una alta incidencia en lo que se denomina reserva cognitiva.
  
- El ejercicio acumulativo alarga el efecto protector ante ciertas enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer
  
- Winter, 2007 demostró que, con unos pocos minutos de ejercicio al día, se puede mejorar el aprendizaje posterior a su práctica.



Figura 30. 10 beneficios de la actividad física, retomado de Pinterest.com

- *Tras una práctica previa de **ejercicio por 20 minutos, la comprensión lectora, la ortografía y las operaciones matemáticas se mejoran.** (Hillman 2009)*
- ***Mejora en los ganglios basales** (Erickson, 2015), implicados en el aprendizaje motor y la memoria implícita.*
- *La práctica diaria del ejercicio mejora o **favorecen la activación de la corteza prefrontal y de la corteza cingulada anterior,** que van acompaña-*

das de una mejora en tareas específicas que requieren de autocontrol y otras funciones ejecutivas (Chaddock, 2013) y *por ende, del rendimiento académico*

- La práctica de deportes de conjunto requiere una rápida anticipación y adaptación a situaciones cambiantes durante el juego, mejorando el autocontrol en los proceso emocionales y cognitivos, así como en la discriminación de estímulos, (kami-jo, 2011).
- *Entre los beneficios cognitivos de la EF, tras una sesión de práctica al inicio de las actividades escolares, se logran obtener mejores resultados académicos como ya se explicó anteriormente (Travlos 2010 y Stylianou, 2016), mejorando su concentración y disposición para el aprendizaje.*



Con todo lo anterior, queda demostrado que, *gracias a la práctica sistemática del ejercicio físico, se puede mejorar la capacidad de aprendizaje, por lo que se sugiere la necesidad de planear sesiones regulares de ejercicio durante la jornada escolar, de cara a mejorar el rendimiento académico.*

Como es posible apreciar, existen muchas formas en que se nos presenta la importancia o el valor del ejercicio respecto de algunas respuestas de nuestro cerebro, ya que gracias a la práctica regular de éste, se libera una

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

gran cantidad de hormonas o moléculas que contribuyen a despertar estados de bienestar o euforia en el cerebro.

Respecto de lo anterior, podemos afirmar que ***la Educación Física es una experiencia placentera de la vida.***

Por otra parte, los centros educativos tienen la gran oportunidad de ayudar a los niños a llevar un estilo de vida más activo y saludable al incluir dentro de su carga horaria la práctica diaria de ejercicios físicos así como también de actividades artísticas.

El ejercicio favorece los factores críticos del aprendizaje: atención, memoria de trabajo y autocontrol

Una forma de mejorar el autocontrol y las funciones ejecutivas es practicar deportes de conjunto en donde se requiere una rápida anticipación y adaptación a los cambios constantes que se dan en el campo de juego.

## **CUARTA PARTE: DESARROLLO MOTOR**

Finalmente, presentamos este último tema que a nuestro juicio es una concreción o aplicación y explicación sumamente clara de la relación entre las Neurociencias y la Educación Física desde la misma concepción hasta nuestra muerte, ya que este proceso inicia a las pocas semanas de la concepción y va evolucionando a lo largo del proceso de crecimiento y desarrollo como lo veremos a continuación.

Sobre este tema en particular, la OCDE (2009) menciona lo siguiente:

*La comprensión del desarrollo desde una perspectiva científica podría impactar profundamente la práctica educacional. En la medida que los científicos descubren cambios en el cerebro, relacionados con la edad, los educadores podrán usar esta información para diseñar una didáctica que sea más apropiada a la edad y más efectiva (Pág. 37).*

Para conocer el origen y funcionamiento del desarrollo motor, es necesario saber el origen del desarrollo del Sistema Nervioso. Desde la primera división celular, el desarrollo del cerebro es producto de un equilibrio entre genes y entorno.

Para la tercera semana de gestación, el SN se va formando a través de un proceso llamado **neurulación\***. Este proceso forma el *tubo neural*, el cual da origen a estructuras cerebrales como lo son el cerebro y la médula espinal.

*\*El tubo neural es una estructura embrionaria que se forma durante el primer mes de la gestación; en concreto, el tubo acaba de cerrarse alrededor de la semana 28 después de la fecundación. **Se trata del precursor del sistema nervioso central**, compuesto por el encéfalo y la médula espinal.*

**Existen dos fases de la neurulación o formación del tubo neural:** la primaria, en la que la placa neural empieza a replegarse sobre ella misma, y la secundaria,



***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

que culmina este proceso y permite el desarrollo posterior del sistema nervioso.

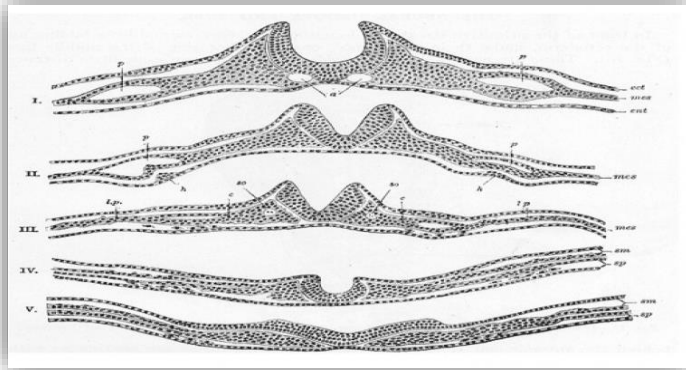


Figura. 31. Proceso de neurulación o Formación del tubo neural.

A medida que el desarrollo embrionario progresa el tubo neural se divide en cuatro secciones: el encéfalo anterior (prosencefalo), el medio (mesencefalo), el posterior (rombencefalo) y la médula espinal. Cada una de estas partes progresará hasta dar lugar a los diferentes elementos que componen el sistema nervioso central adulto.

El neurodesarrollo se da como el resultado de un intercambio de materia y energía en forma de impulsos electroquímicos adecuados.

Cada contacto corporal, cada movimiento y cada emoción se convierten en una actividad eléctrica y química que propicia el avance del impulso genético modificando imperceptiblemente la configuración del cerebro.

La Estimulación Temprana es la activación oportuna e intencional de las células cerebrales del niño para que se dé un impulso electroquímico a través de las caricias, los masajes, juegos, ejercicios y actividades, de acuerdo a la etapa de su desarrollo y de su individualidad.

En el desarrollo, control y aprendizaje motor intervienen muchos subsistemas y aspectos a considerar: Sistema Nervioso -central, maduración, interacción de posibles lesiones del SNC y sistema músculo esquelético, la gravedad, la percepción, la cognición, los sistemas sensoriales (visual, vestibular y somatosensorial), la motivación,

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

el entorno, etc., es esencial establecer pautas de valoración y medición.

Las habilidades motrices permiten identificar el desarrollo y evolución adecuada del cerebro.

En los contextos de aprendizaje, el desarrollo motor le permite al sujeto controlar su cuerpo y estar atento a recibir y procesar información del contexto

En el lóbulo frontal de nuestro cerebro se procesa la información relacionada al movimiento y la planificación ejecutiva-conductual, sin embargo, es en el cerebelo donde esta se controla de forma automática

Las habilidades motoras como gatear y caminar, son hitos del desarrollo que refuerzan la coordinación visomotora, ubicación en el espacio, coordinación, percepción de tamaños, integración sensorial y desarrollo de la lateralidad.

La evidencia neurocientífica permite saber cómo es que el ser humano controla el movimiento, el desarrollo de la autoorganización del movimiento cerebral. (Winstein 1990, Macias 2000, Schimidt 2003)

## **DESARROLLO MOTOR**

Es un proceso que se caracteriza por una serie de cambios, transformaciones, modificaciones o adaptaciones que va teniendo el ser humano desde la gestación hasta la muerte y que le permiten adquirir el conocimiento y dominio de su cuerpo y de su capacidad de movimiento y de su entorno.

Las principales leyes de desarrollo motor son:

- ✓ Ley Cefalocaudal
- ✓ Ley Próximo-distal

Fases, etapas o estadios del desarrollo motor Que van desde el control cefálico, control del tronco, control de miembros hasta llegar al ortostatismo, hasta el desarrollo de las habilidades y destrezas, a lo que algunos autores clasifican de la siguiente manera:

- Fase tónico-motriz
- Fase ideo motriz
- Fase cognitivo-motriz

El desarrollo motor se caracteriza por ser un proceso continuo (**Continuum** del desarrollo motor, López-Niño 2020), que permite observar esos cambios o transformaciones de forma progresiva, siendo producto tanto de la genética como de la influencia del medio ambiente.

El desarrollo motor se divide en dos momentos: Desarrollo prenatal y desarrollo postnatal; el primero se organiza para su estudio en las siguientes fases:

Fase aneural\* del desarrollo motor (Primeros movimientos)

Fase de transición neuromuscular  
(mov. Lentos, arrítmicos, inicia actividad del SNC)

Fase espino bulbar del desarrollo motor fetal (movimientos activos y generalizados, diferenciación motriz, maduración de médula y bulbo raquídeo)

Fase vestibulo-bulbo-espinal-tegmentaria (mayor perfección de los movimientos, coordinación y progreso de la mielinización)



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Fase pálida.rubro-cerebelo.bulbo-espinal-tegumentaria (Última fase fetal, perfección de los reflejos, mejoría de la mielinización)

*\* Sin participación del sistema nervioso, se originan en el propio músculo.*

Ajuriaguerra (1978) resume el desarrollo prenatal con tres características primordiales:

- 1) Se pasa de movimientos lentos y de poca amplitud a movimientos bruscos, rápidos y de mayor coordinación
- 2) La reactividad fetal posee inicialmente efectos de masa y de poca diferenciación, haciéndose progresivamente más localizada y diferenciada
- 3) Las reacciones contralaterales adelantan a las homolaterales, siendo movimientos de evitación, adelantan a los de aproximación.

### **Desarrollo Postnatal**

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

Es el estado general y normal del neonato el cual demuestra una variedad y riqueza de los comportamientos motrices que se manifiestan desde temprana edad.

Para Ajuriaguerra (1978), el estudio del desarrollo motor del recién nacido considera lo siguiente:

1. Evolución del tono muscular
2. Movimientos precoces
3. Coordinaciones primitivas
4. Reacciones reflejas automáticas

Considerando a diversos autores, Ajuriaguerra (1978), Ausubel y Sullivan (1983), Azemar (1981), Cratty (1982), Buytendijk (1957), etc., el desarrollo neonatal se puede dividir en diferentes categorías:

- A) Comportamientos no-reflejos (comportamientos motores masivos y localizados)
- B) Comportamientos reflejos (respuestas involuntarias, cuyas características son: rapidez del fenómeno)

meno, identidad de la reacción/siempre la misma respuesta, y carácter involuntario de la reacción

- C) Evolución del tono muscular (en donde se va delineando el cambio entre un estado de hipotonía a otro de hipertonía conforme se conforma este proceso del desarrollo motor que va acompañado del crecimiento y la madurez respectivas). A los niños hipertónicos les agrada el movimiento variado y cambiante, en tanto que a los niños hipotónicos se centran preferentemente en actividades manuales y minuciosas.

D)

El significado del tono en el desarrollo motor es importante ya que es más que una respuesta fisiológica, sino que, además, va acompañada de aspectos emocionales y afectivos (relacionados principalmente con la madre, a lo que se conoce con el nombre de **Diálogo tónico** y de **Apego**, cuyas repercusiones a nivel psicológico son muy importantes de considerar.)

Componentes madurativos del desarrollo motor



1. Dominio corporal que incluyen tono, equilibrio y coordinación
2. Esquema corporal que significa la representación que el sujeto tiene de su cuerpo y se subdivide en 3 estadios, cuerpo vivenciado, percibido y representado y que va de los 0 a los 12 años

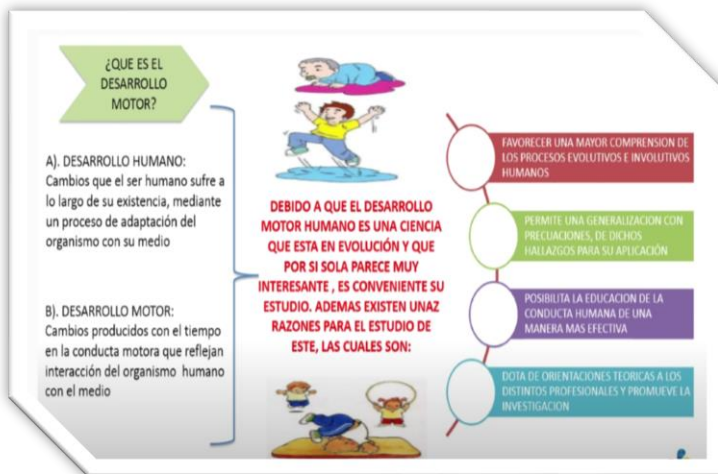


Figura 32, ¿qué es el desarrollo motor, Fuente: Vargas, D. (2020), Universidad Santo Tomás, Colombia

De acuerdo con Gallahue, existen 4 fases en el desarrollo motor como se explica en el siguiente cuadro:

**DAVID GALLAHUE**

David Gallahue utiliza la metodología deductiva la cual contiene varias fases en el desarrollo motor. Estas corresponden cronológicamente con momentos y eventos de la vida en el desarrollo motor del niño. Destacó diferentes etapas en las habilidades motrices básicas desde los dos (2) a los siete (7) años de edad y las dividió en: inicial, elemental y maduro. Las habilidades que él seleccionó fueron: correr, arrojar, atajar, patear y saltar.

1. El ser humano progresa motrizmente de lo simple a lo complejo y de lo general a lo específico.
2. Cada sujeto debe superar una fase para poder optar a conductas motrices más complejas.
3. Los seres humanos pueden encontrarse en diferentes fases en tareas distintas.
4. Existen factores físicos (aptitud) y mecánicos que intervienen en la ejecución motriz.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
Formando personas que transforman  
200 ANIVERSARIO

Figura 33, Fases del desarrollo motor de Gallahue.

De este modo, se presenta a continuación un cuadro comparativo entre lo que propone Gallahue y lo que presenta Ajuriaguerra y que fue tomado del libro de Ruiz Pérez (1987)

En esta otra imagen, se presenta otro modelo de las fases del desarrollo motor

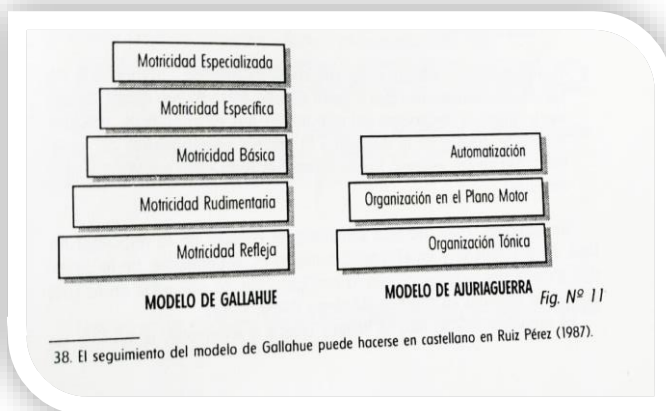


Figura 34, Comparativo entre el modelo de Gallahue y Ajuriaguerra acerca del desarrollo motor.

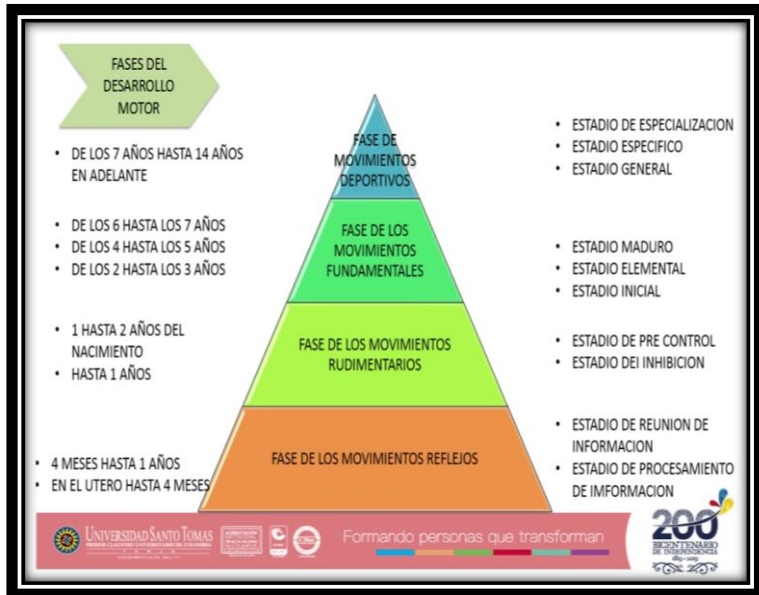


Figura 35. Modelo de Desarrollo Motor de la Universidad de Santo Tomás

## **Aportaciones de las Neurociencias para entender el desarrollo y Aprendizaje motor**

De acuerdo con lo expresado por Gómez (2003) respecto a que dentro del desarrollo motor, se da un intercam-

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

bio tónico gestual con el otro, es donde se inscribe y se comprende este proceso de desarrollo motor tanto a nivel filogénico como ontogénico, siendo las actitudes posturales y los primeros movimientos el resultado de los sucesivos intentos del niño por regular y adecuar su inserción en el vínculo con la otredad. Y expresa que no tenemos movimientos sino gestos, dando a entender con esto que no sólo intervienen aspectos o factores biológicos sino también psicológicos y sociales

De acuerdo con Goldstein, en Merlau Ponty 1993 y citado por Gómez 2003),

*“Tanto el estudio del comportamiento reflejo, como el de los comportamientos superiores del sistema nervioso, muestran una ambigüedad funcional. No hay territorio neural que no esté ligado en su funcionamiento a la actividad global del sistema nervioso, dependiendo esta de las relaciones organismo-medio, pero tampoco hay actividad funcional que no se vea alterada por la sustracción de alguno de los territorios neuronales...”*

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

La palabra Aprendizaje proviene del latín “*ad*” hacia y “*prehendere*” percibir, por lo que se define como un cambio relativamente estable en la potencialidad de la conducta y que ocurre como resultado de la práctica reforzada según Kimble (1961).

El aprendizaje, es la capacidad del individuo para que, paulatinamente, vaya modificando su conducta, de acuerdo a los nuevos conocimientos que va adquiriendo gracias a sus vivencias.

El aprendizaje es un proceso dinámico que modifica la conducta a través de la adquisición de experiencias tanto afectivas, cognitivas como psicomotoras.

Algunos de los aspectos más importantes sobre este concepto son:

- ✓ La práctica sola no produce aprendizaje, sino únicamente fatiga, hay necesidad del REFUERZO

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

- ✓ El aprendizaje es un proceso que no se observa directamente, sino a través de las EJECUCIONES en que se manifiesta
- ✓ El nivel de aprendizaje determinará el límite superior de la ejecución

### TIPOS O FORMAS DE APRENDIZAJE

- a) Condicionamiento clásico-Pavlov y Watson
- b) Condicionamiento Operante -Thorndike – Skinner

Dicen que, de varias respuestas dadas a la misma situación, aquellos que van acompañados o seguidos inmediatamente de la satisfacción del animal, quedará en igualdad de condiciones, más firmemente ligadas a la situación, de tal manera que, cuando una situación vuelve a ocurrir, tales respuestas volverán muy probablemente a presentarse.

Skinner continúa con lo anterior, agregando de manera contingente un evento reforzante:

- Entrenamiento de recompensa
- Entrenamiento de castigo
- Enseñanza programada
- Entrenamiento de evitación
- Entrenamiento de escape

- c) El aprendizaje perceptivo -Tolman
- d) El aprendizaje vicario y la Imitación (a través de un modelo)- Bandura

Transferencia del Aprendizaje. La transferencia se define como la influencias que un determinado aprendizaje tiene sobre otro posterior, pudiendo ser positiva o negativa; positiva, cuando ayuda o facilita el nuevo aprendizaje y negativa cuando lo obstaculiza (Interferencia)

Efecto de Reminiscencia. Es una mejora espontánea del aprendizaje como resultado de un periodo de descanso.

Aprendizaje Motor



### ***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Es la adquisición de un movimiento nuevo, precisarlo, afirmarlo y aplicarlo, aprendizaje deriva de la palabra Aprehender, que significa apoderarse; éste, no sólo consiste en saberlo, sino, en la destreza para ejecutarlo y, para la adquisición de las destrezas, se deben de practicar, motrizmente hablando.

El movimiento posee un carácter cognitivo, apoyado en las experiencias previas, la memoria motriz, y la capacidad de percepción.

El aprendizaje motor, para que se dé, requiere que transcurran ciertas Fases:

1. *Adquisición de la forma tosca y previa del movimiento*; y, sólo se produce con la ejecución real de éste (coordinación primitiva del movimiento)
2. *Forma precisa del movimiento*; A través de la repetición y corrección, la práctica y el entrenamiento de la forma tosca (coordinación elaborada del movimiento)
3. *Aplicación*; es decir, que el movimiento adquirido se ejecute en otras situaciones y combinaciones (estabilización del movimiento).

Presupuestos que deben producirse para lograr el aprendizaje Motor

1. Afán de movimiento y actividad (disposición favorable para el aprendizaje)
2. Madurez funcional y experiencia motriz
3. La actividad de los sentidos
4. Captación de la tarea motriz
5. Referencia al objeto y experiencia de resistencia
6. La posesión de lenguaje
7. La sociedad humana
8. La experiencia del éxito

### **¿De dónde surge la capacidad de aprendizaje motor?**

Surge de la capacidad ontogenética del ser humano, por lo que *El movimiento físico es el estímulo funcional más elemental para el aprendizaje motor*; El movimiento da al hombre la capacidad de relacionarse en su entorno espaciotemporal y social.

*La primera realidad con la que se encuentra el ser humano es consigo mismo, con su propio organismo, dinámico y viviente. (Diccionario Enciclopédico de la Educación, 1985)*

¿Cuáles son los Elementos del Movimiento?

Espacio (mts.), Tiempo (seg.) e Inercia (masa); dos de estos elementos se relacionan con la posición del objeto: velocidad y rapidez, la velocidad que una constante vectorial que posee magnitud y dirección, en tanto que la rapidez es una cantidad escalar.

$$V = \frac{d}{t} \qquad \text{Aceleración} = \frac{v}{t}$$

Otro elemento condicionante del movimiento es la Fuerza Muscular, ya que esta es necesaria para una adecuada ejecución del movimiento. A fuerza es una combinación o resultado del tono y la potencia muscular. Un sujeto con aumento del tono muscular puede faltarle la potencia necesaria para ejecutar el movimiento y viceversa,

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

una hipotonía muscular produce la falta del trasfondo necesario para que la potencia pueda manifestarse.

Para que un movimiento sea adecuado y cumpla su función, es necesario que sus componentes actúen en forma coordinada. La desproporción de algunos de estos componentes conduce a una ejecución defectuosa o distorsionada del movimiento.

### El aprendizaje de las habilidades motoras complejas

Se refiere a la adquisición de posibilidades de comportamiento motor definidas en términos de rendimiento motor y que requiere determinadas destrezas motoras. Los aprendizajes motores suponen la formación de cadenas de respuesta que implican tanto la coordinación de los diferentes movimientos cuanto la coordinación entre ellos y los procesos sensoriales que proporcionan la información externa y referencias sensoriales a partir de los propios movimientos ejecutados. Con todo ello se va configurando la acción motora.

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

El estudio de las leyes y fenómenos que rigen este tipo de aprendizaje ha venido a señalar las diferencias en función del tipo de práctica: global o distribuida, mostrándose más eficaz la segunda, probablemente, porque evita los efectos inhibidores generados por la fatiga.

*¿Cuál es la importancia, o qué papel juegan las cualidades físicas básicas en la ejecución y aprendizaje del movimiento?*

*¿Cuál es el orden o la secuencia de los diferentes niveles de dominio motor?*

Los reflejos incondicionados (destrezas motoras primarias) son la base para formar otras destrezas motoras más complejas (reflejos condicionados), los que, a su vez, sirven para posteriores destrezas aún más complejas. Las nuevas destrezas y hábitos motores (producto de la repetición reiterada del movimiento) se forman según el mecanismo de formación de los reflejos condicionados.

Estereotipo dinámico motor ----- Hábito motor ----- Habilidadades y destrezas simples----- Habilidades y destrezas complejas-----Agilidad motriz

Toda metodología del aprendizaje de las acciones motrices requiere de la elaboración de determinadas secuencias para dominar distintas destrezas motoras que sirven de base fundamental en la planificación del proceso de la EF.

Avances en Neurociencia aplicado al desarrollo y aprendizaje del movimiento

De acuerdo con la Dra. Lourdes Macias Merlo. Fisioterapeuta pediátrica del CDIAT del Departamento de Bienestar y Familia, Barcelona.

*“En los últimos años ha habido un cambio espectacular en la evidencia clínica derivada de nuevos hallazgos en investigaciones en neurociencia y ciencia del movimiento. Tanto las bases teóricas como sus consecuencias prácticas han estado constantemente cambiando debido a un conocimiento más extenso y profundo de las ciencias involucradas en este cam-*

*Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

*po. Esto ha derivado a una revisión y redefinición constante basada en nuevos conceptos de neurofisiología, patofisiología y modelos terapéuticos. El conocimiento actualizado de cómo el ser humano controla el movimiento, el desarrollo de la autoorganización del movimiento funcional, así como los elementos que intervienen en el aprendizaje motor nos proporcionan un marco teórico, basado en una evidencia científica, desde la cual podemos entender mejor cuando un individuo tiene dificultades en el desarrollo psicomotor y aprendizaje del movimiento (Winstein 1990, Macias 2000, Schmidt 2003).*

Años atrás, la intervención estaba unida a las limitaciones que presentaban los niños, intentando conseguir el desarrollo psicomotor a través de una secuencia cefalocaudal e ítems motrices secuenciales, según esta premisa, las actividades motrices anteriores proporcionaban las condiciones necesarias para las siguientes, y centrado en la colaboración del niño y en nuestra *habilidad manual para conseguir respuestas del niño a través de métodos* (Shepard, 1991). *Estas formas de trabajo fueron derivadas de experiencias clínicas del siglo pasado, de investigaciones in vitro de músculos, nervios o movimientos aislados, estudios de cadenas musculares, e*

### *Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje*

hipótesis teóricas basadas según la neuro-patofisiología de cada época. Es decir un enfoque intervencionista basado en teorías tradicionales (Boring, 1952, Gesell 1954, McGraw 1946).

A nivel terapéutico este cambio ha significado que hemos pasado de un enfoque intervencionista directo al niño (discapacidad, patología, limitación, etc.), en la que los terapeutas nos centrábamos en: “corregir los problemas”, a un enfoque que incluye al niño, actividad, entorno y familia (Modelo contemporáneo CIF 2002). Actualmente y gracias al marco de la CIF y la evidencia científica hemos pasado a un enfoque terapéutico que enfatiza la función, capacitar al niño para tareas específicas y enfatizar la participación en situaciones de la vida como el juego, ocio, etc. Intentando capacitar y empoderar a los padres (Darrah 2008).

También las hipótesis teóricas sobre que los reflejos se inhiben a medida que maduran los centros superiores, ha cambiado su perspectiva gracias a estudios científicos que nos han ayudado a entender mejor como el desarro-



llo fetal-infantil tiene una secuencia. Por ejemplo, el que la “Marcha automática” se pensaba como reflejo, actualmente se le denomina como pedaleo rítmico, que es como el patrón motor precursor que más tarde incorporaremos en nuestra locomoción vertical (Jeng, Suh-Fang 2002, Heathcoch 2005, Thelen et al.1982, 1993). El pedaleo rítmico (kicking) es un patrón de movimiento espontáneo que se escoge a menudo para investigar (tiene una relación con el potencial en el desarrollo de la marcha). Estos estudios sobre el pataleo también han ayudado a detectar signos neuromotores tempranos válidos para diagnosticar desórdenes del desarrollo neuromotor en prematuros (Forssberg 1985).

De esta manera y no sin antes señalar que es imposible en un texto como este el poder concentrar todos y cada uno de los descubrimientos, avances y aportaciones que brinda la neurociencia y la gran cantidad de autores que han escrito e investigado sobre el tema, por lo que ofrecemos disculpas si omitimos la mención o aportaciones de algunos de ellos en este trabajo, a la vez que mencionar que estas contribuciones/aportaciones también se

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

dan de forma recíproca desde la educación física para comprender cómo es que se da el proceso de aprendizaje en los alumnos y los seres humanos en general y cómo esta última contribuye al desarrollo y mejoramiento de nuestro sistema nervioso en general y del cerebro en particular; sin embargo, consideramos que esto puede servir de incentivo para quienes estén interesados en este fascinante mundo de la neurociencia y su relación con la Educación Física puedan profundizar por su propia cuenta y de este modo, ser mejores docentes y favorecer el aprendizaje.

## **Fuentes de Información y -consulta**

Abarca, A. (2018), ¿Cómo aprendemos desde la Neurociencia? Fuente:

<https://gesvinromero.com/2018/03/29/neurociencia-como-activar-el-proceso-de-aprendizaje-presentacion/>

Aldana, H. (2017), *Aprender de los pies a la cabeza*, recuperado de

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=hernan+aldana+ense%C3%B1ar+y+aprender+de+los+pies+ala+cabeza](https://www.youtube.com/results?search_query=hernan+aldana+ense%C3%B1ar+y+aprender+de+los+pies+ala+cabeza)

Alarcón, F. (2018), *Neurociencia, Deporte y Educación*, Edit. Wanceulen, España.

Arruza, J. A., Arribas, S., Gil De Montes, L., Irazusta, S., Romero, S. y Cecchini, J. A. (2008). *Repercusiones de la duración de la actividad físico-deportiva sobre el bienestar psicológico. Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 8(30), 171-183.

[https://www.researchgate.net/publication/28231742\\_Repercusiones\\_de\\_la\\_duracion\\_de\\_la\\_actividad\\_fisico-deportiva\\_sobre\\_el\\_bienestar\\_psicologico](https://www.researchgate.net/publication/28231742_Repercusiones_de_la_duracion_de_la_actividad_fisico-deportiva_sobre_el_bienestar_psicologico)

BDNF. Entrena tu cerebro mientras entrenas tu cuerpo, (2021), recuperado de:

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

http: //revistaindependientes.com/bdnf-entrena-tu-cerebro-mientras-entrenas-tu-cuerpo/

Bertran Prieto, P (s.f) Las 9 partes de una neurona (y sus funciones). MedicoPlus. <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/estructura-de-la-neurona-4330.html>

<https://lamenteesmaravillosa.com/bulbo-raquideo-estructura-y-funciones/>

Bolonia, C (5 de junio de 2017) ¿Cuáles son las partes de una neurona? La Reserva. <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/estructura-de-la-neurona-4330.html>

<https://lamenteesmaravillosa.com/bulbo-raquideo-estructura-y-funciones/>

Bueno, D. ( ), *El cerebro del adolescente*, Descubre cómo funciona para entenderlos y acompañarlos, Edit. Grijalbo, España

Bueno, D. (2019), *Neurociencia para educadores*, Edit. Octaedro, Barcelona

Carnero López, R. (2020). *Impacto del deporte en el cerebro y en los procesos psicológicos* [Trabajo fin de grado, Universidad de Almería]. <http://repositorio.ual.es/handle/10835/9723>

Carpenter, M.B. (1994). *Neuroanatomía. Fundamentos*. Buenos Aires: Editorial Panamericana.

- Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***
- Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (s/f), *Objetivos y medidas específicos del eje Neuro motricidad y aprendizaje*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, gobierno de España
- Cooke, S.F., Bliss, T.V. (2006). *Plasticity in the human central nervous system. Brain.* 129: pp. 1659 - 1673.
- Cuda, M. (2021), *Neurociencias, didáctica y pedagogía*, Edit Bonum, Argentina
- Cuesta, E (s/f). Las 9 partes de una neurona (y sus características). Estilo Next. <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/estructura-de-la-neurona-4330.html>  
<https://lamenteesmaravillosa.com/bulbo-raquideo-estructura-y-funciones/>
- Da Fonseca, V. (2004), *Psicomotricidad, paradigmas del estudio del cuerpo y de la motricidad humana*, Edit. Trillas, México
- Damasio, A. (2009), *El Error de Descartes*, Edit. Drakontos, Barcelona
- Damasio, A. (2016), *En busca de Spinoza, neurobiología de la emoción y los sentimientos*, Edit. Booket, México
- Damasio, A. (2019), *El extraño orden de las cosas: la vida, los sentimientos y la creación de las culturas*, Edit. Ariel, México.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Delgado, J.M.; Ferrús, A.; Mora, F.; Rubia, F.J. (eds) (1998). *Manual de Neurociencia*. Madrid: Síntesis.

Diamond, M.C.; Scheibel, A.B. y Elson, L.M. (1996). *El cerebro humano*. Libro de trabajo. Barcelona: Ariel.

Díaz, E. C., Pérez, J. L. T. y Alemán, I. T. (2003). *Efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre el cerebro*. *Ciencia al día internacional*, 5(1), 10.

[https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero1/articulos/Art2/CADi\\_v5\\_n1\\_Art2.pdf](https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero1/articulos/Art2/CADi_v5_n1_Art2.pdf)

Doherty, A., Forés, A. (2020), *Actividad física y cognición: inseparables en el aula*, *Revista de Neuroeducación*, Vol. 1 No. 1 (2020): *Journal of Neuroeducation - Volume I, Issue 1, July 2020*

<https://revistes.ub.edu/index.php/joned/article/view/31665>

Educación 3.0 (2020), *¿Cómo ser mejor docente gracias a la neurociencia?*, recuperado de

<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/docente-neurociencia/>

Djurisic M, Antic S, Chen W, Zecevic D (2004). *Voltage imaging from dendrites of mitral cells: EPSP attenuation and spike trigger zones*. *J Neurosci* **24** (30): 6703-14.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Engels, F. (2006), novena reimpression, *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, Edit. Fontamara, México

Frade, L. (2007) *Nuevos paradigmas educativos: El enfoque por competencias en educación*, [https://cdn.designa.mx/CREFAL/revistas/decisio/decisio16\\_saber2.pdf](https://cdn.designa.mx/CREFAL/revistas/decisio/decisio16_saber2.pdf)

Frade, L. (2008), *Los descubrimientos en las neurociencias*, Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta bachillerato, Edit. Inteligencia educativa, México

Figueroba, A. (2017) *¿Qué es la neurulación?*, *El proceso de formación del tubo neuronal*, *Neurociencias, Psicología y mente*. recuperado de

<https://psicologiymente.com/neurociencias/neurulacion>

<https://expandetumente.com/frases-sobre-el-cerebro-que-debes-leer/>

Gautam, A. (2017) "Nerve Cells". Springer.

Gómez, R. (2003), *El aprendizaje de las habilidades y esquemas motrices en el niño y el joven*, Edit. Stadium, Argentina.

Gómez, R. (2004), *La educación física en el nivel primario*, Edit. Stadium, Argentina

Guillen, J. (2017), *Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica*, Edit. s/d, España

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Gurney, K. (1997). *An Introduction to Neural Networks*. London: Routledge.

Guyton, A. C. & Hall, J. (2006). *Tratado de Fisiología Médica*. Elsevier; 11th edition.

Guyton, A.C. (1994) *Anatomía y fisiología del sistema nervioso*. Neurociencia básica. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Harrow, A. (1973), *Taxonomía del desarrollo psicomotor*

Hannaford, C. (2008), *Aprender Moviendo el Cuerpo, no todo el aprendizaje depende del cerebro*, Edit. Pax México, México

Herrero, L. B. y Ferradaz, M. A. L. (2011). Aportes del ejercicio físico a la actividad cerebral. *Lecturas: Educación física y deportes*, (160), 1-7.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4503506>

Icaza, H. (2020), *El libro del profesor de Educación Física, bases fundamentales para la construcción de una teoría científica de la Educación Física*. Edit. Ghandi, México

Jayne, S. y Frtih, U. (2007), *Cómo aprende el cerebro, las claves de la educación*, Edit. Ariel, Barcelona

Kandel, E.R.; Schwartz, J.H. y Jessell, T.M. (2001). *Principios de neurociencia*. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.

Kandel, E.R.; Shwartz, J.H. y Jessell, T.M. (eds) (1997) *Neurociencia y Conducta*. Madrid: Prentice Hall.



- Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***
- Lavados, J. (2012), *El cerebro y la educación, neurobiología del aprendizaje*, Edit. Taurus, Chile
- Le Boulch, J. (1996), *La educación por el movimiento en la edad escolar*, Edit. Paidós, Argentina.
- López, A. y Vega, C. (S/F), *La Clase de Educación Física, Actualidad y Perspectivas, una propuesta cubana*, Ediciones Deportivas Latinoamericanas, México.
- Macías, L. (s/f), *Avances en Neurociencia aplicado al desarrollo y aprendizaje del movimiento*, Barcelona
- Manes, F. (2019), *Conocer el Cerebro para vivir mejor*, recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=4ebt-yHf3mY>
- Manes, F. (2013), *Usar el cerebro, conocer nuestra mente para vivir mejor*, Lelibro, Mateo Niro, Argentina
- Martin, J.H. (1998) *Neuroanatomía*. Madrid: Prentice Hall.
- Massion, J. (2000), *Cerebro y motricidad*, Edit INDE; España.
- Maureira, F. (2018), *Principios de Neuroeducación física: la nueva ciencia del ejercicio*, Edit. Bubok, Publishing, España
- McNamara, J.O., White, L.E. (2008). *Neuroscience*. Sinauer Associates.
- Medina, J. (2010), *Los 12 Principios del Cerebro, una explicación sencilla de cómo funciona para obtener el máximo desempeño*, Edit, Norma, México.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Megías, M., Molist, P., Pombal, M.A. (2018) “Tipos celulares: Neurona”. Atlas de Histología Vegetal y Animal.

Mora, F. (2018), *¿Qué es la neuroeducación?*, recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=d2Fud46xFPQ>

Mora, F. (2013), *Neuroeducación*, Edit. Alianza, Madrid

Mora, F. (2017), *Neuroeducación, sólo se puede aprender lo que se ama*, Edit. Alianza, España

Mora, F. (2022), *Neuro educador. Una nueva profesión*, Edit. Alianza de Novelas, España

Muñoz, S. (2020). *El Sistema Nervioso Periférico, anatomía y función*

Nolte, J. (1994) *El cerebro humano: introducción a la anatomía funcional*. Madrid: Mosby-Doyma.

Olmedo, R. y Palacios, J. (1989), *Crecimiento, Desarrollo y Salud*, Edit. CONADE, México

Ortiz, A. (2015), *Neuroeducación, ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?*, Edit. Ediciones de la U, Colombia

Pellicer, I. et al (2015), *NeuroEF, La revolución de la Educación Física desde la Neurociencia*. Edit, INDE, España.

Pulido, M. (s/f), *Diseño Universal para el Aprendizaje, porque todos somos todos*, recuperado de <https://emtic.educarex.es/224-emtic/atencion-a-la->

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***  
[diversidad/3020-diseno-universal-para-el-aprendizaje-porque-todos-somos-todos](#)

Pulido, M. (s/f), *La neurociencia como llave del aprendizaje*, España, recuperado de <https://emtic.educarex.es/230-emtic/orientacion/3048-la-neurociencia-como-llave-del-aprendizaje>

Punset, E. *El alma está en el cerebro* (2006), Edit. Aguilar, Madrid

Punset, E. y Gómez Pinilla, F. (2001), *Deporte para un cerebro más sano*, Redes 72, <https://www.youtube.com/watch?v=4aoaUpRaij8>

Quian, R. (2022), *¿Qué nos enseña la neurociencia sobre la memoria?*, <https://www.youtube.com/watch?v=QDWiNI7khTI>

Richmond (2000), *Introducción a Piaget*.

Ruiz, L. (1995), *Competencia motriz. Elementos para comprender el aprendizaje motor en Educación Física*, Escolar, Edit. Gymnos, España

Ruiz, L. (2002), *Deporte y aprendizaje, procesos de adquisición y desarrollo de habilidades*, Edit, Machado, España.

Snell, R.D. (1997). Sistema nervioso autónomo. En: *Neuroanatomía clínica*, (pp 449-478). Buenos Aires: Panamericana.

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

Solé, Ricard V.; Manrubia, Susanna C. (1996). 15. *Neurodinámica. Orden y caos en sistemas complejos*. Edicions UPC.

Tortora, G.J., Derrickson, B. (2016). *Principles of Anatomy and Physiology* (15th edition). Hoboken: Wiley.

Torres, A. (2017), *Ley de Hebb: la base neuropsicológica del aprendizaje*, recuperado de la página electrónica de psicologiaymente.com/neurociencias/ley-de-hebb

Torres, J. (1998), *Didáctica de la Clase de Educación Física*, Edit. Trillas, México

Triviño, J. L. P. (2016). Neurodopaje en el deporte. *Gazeta de Antropología*, 32(2). Doi: 10.30827/Digibug.43307

Turney. J. (2018), *La Biblia de la Neurociencia, Tú, este libro y el mapa de la mente*, Edit. Gaia, China

Uribe, D. R., Guzmán, C. S., Marambio, M. M. y Harrington, M. V. (2013). *Ejercicio físico y su influencia en los procesos cognitivos*. *Revista Motricidad y Persona: serie de estudios*, 13, 69-74

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4736022>

Universidad Católica Silva Henríquez (2009), OCDE; *La comprensión del cerebro, el nacimiento de una ciencia del aprendizaje*, Edit. UCSH, París.

Unobrian (2012), *Brain Fitness, la ciencia de los cerebros*, libro electrónico, España, Fuente: [www.unobrian.com](http://www.unobrian.com)

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

*Esto le pasa a nuestro cerebro cuando haces ejercicio* (2017), recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=J3LO0jrNI2k>

Ventura, L. (2012), *Los fundamentos pedagógicos de la educación física*, Blog de Contenidos Pedagógicos de la educación física de la Universidad Veracruzana

Suzuky, Wendy, (2016), *Cerebro activo, vida feliz, transforma tu cuerpo y tu mente y vive mejor*, Edit. Paidós, España

World Health Organization (2006) "Neurological Disorders: Public Health Challenges". WHO.

<https://medicoplus.com/neurologia/tipos-de-neuronas>

<https://psicologiymente.com/neurociencias/tipos-de-neuronas>

Wolpert, D. (2012) *La verdadera razón de ser del cerebro*, recuperado de

[https://mx.video.search.yahoo.com/yhs/search?fr=yhs-adk-](https://mx.video.search.yahoo.com/yhs/search?fr=yhs-adk-adk_sbyhp&ei=UTF-8&hsimp=yhs-adk_sbyhp&hspart=adk&param1=20220118&param2=5f54cb74-98b4-4492-991a-)

[adk\\_sbyhp&ei=UTF-8&hsimp=yhs-](https://mx.video.search.yahoo.com/yhs/search?fr=yhs-adk-adk_sbyhp&ei=UTF-8&hsimp=yhs-adk_sbyhp&hspart=adk&param1=20220118&param2=5f54cb74-98b4-4492-991a-)

[adk\\_sbyhp&hspart=adk&param1=20220118&param2=5f54cb7](https://mx.video.search.yahoo.com/yhs/search?fr=yhs-adk-adk_sbyhp&ei=UTF-8&hsimp=yhs-adk_sbyhp&hspart=adk&param1=20220118&param2=5f54cb74-98b4-4492-991a-)

[4-98b4-4492-991a-](https://mx.video.search.yahoo.com/yhs/search?fr=yhs-adk-adk_sbyhp&ei=UTF-8&hsimp=yhs-adk_sbyhp&hspart=adk&param1=20220118&param2=5f54cb74-98b4-4492-991a-)

Suzuki, W. (2020), *El estrés crónico mata neuronas y el deporte nos ayuda a recuperarlas*,

<https://www.youtube.com/watch?v=CzCe6tTjh3w>

Video, youtube: Redes 72, deporte para un cerebro más

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

sano: <https://www.youtube.com/watch?v=4aoaUpRajy8>

Neurodidáctica (2020), curso especializado

Diplomado Neurodesarrollo infantil, Diplomado especializado

**OTRAS FUENTES**

Páginas de internet y videos:

Aldana, H. (2019), *Sobrevivir al Aula*,  
<https://www.youtube.com/watch?v=1TQxM3lpCf>

Aldana, H. (2019), *Enseñar y aprender de los pies a la cabeza*,

[https://www.youtube.com/watch?v=hCnkIMK4Fvc&list=RDCMUcTsT0YlqwnpJCM-mx7-gSA4Q&start\\_radio=1&rv=hCnkIMK4Fvc&t=0](https://www.youtube.com/watch?v=hCnkIMK4Fvc&list=RDCMUcTsT0YlqwnpJCM-mx7-gSA4Q&start_radio=1&rv=hCnkIMK4Fvc&t=0)

Bueno, D. <https://www.youtube.com/watch?v=Y194099BwSg>

<https://mejorconsalud.as.com/estructura-partes-neuronas/>

[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/Red\\_Glia.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/Red_Glia.pdf)

<https://queestudia.com/la-neurociencia/>

<https://neurocienciasmexico.org/que-son-las-neurociencias/>

<https://todoneurociencia.com/que-es-la-neurociencia/>

***Educación Física y Neurociencias, relación y vinculación con el aprendizaje***

<https://psicologiymente.com/neurociencias/sistema-nervioso-autonomo>

<https://psicologiymente.com/neurociencias/gaba-neurotransmisor>