

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

**ESCUELA DE EDUCACIÓN
CAMPUS LOS ÁNGELES**

TEXTO DE APOYO A LA DOCENCIA



Actividad física, ejercicio físico y una vida activa en la infancia y adolescencia

TEXTO DE APOYO A LA DOCENCIA

**Editor:
Rafael Zapata Lamana**

2021 ACTIVIDAD FÍSICA, EJERCICIO FÍSICO Y UNA VIDA ACTIVA EN LA INFANCIA Y ADOLESCENCIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 2021-A-616 año 2021

I.S.B.N. 978-956-9280-39-9

**Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra
©UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**Actividad física, ejercicio físico
y una vida activa
en la infancia y adolescencia**

Rafael Zapata Lamana

Editor

Autores



Rafael Zapata Lamana

Profesor de Educación Física, Magíster en Medicina y Ciencias del Deporte. Doctor en Actividad Física y Deporte y Doctor en Psicología de la Salud y Deporte. Es Académico en la Escuela de Educación de la Universidad de Concepción.



Liliana Cuadra Montoya

Profesora de Educación Física de la Universidad de Concepción y Magíster en Educación, Diplomada en Promoción de Salud y DEA en Educación para la Salud. Es Profesora Asistente del Departamento de Educación Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Concepción. Se ha especializado en Promoción y Educación para la Salud y Actividad Física para la Vida Saludable.



Fabiola Sáez Delgado

Licenciada en Educación y Profesora de Educación Física de la Universidad de Concepción. Magíster en Educación, Universidad de Concepción y Doctora en Psicología, Universidad de Concepción. Académica del Departamento Fundamentos de la Pedagogía, Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Docente de pregrado y postgrado del Programa de Magíster en Ciencias de la Educación y del Programa de Doctorado en Educación.



Javier Mella Norambuena

Licenciado en Educación y Profesor de Educación Física titulado en la Universidad de Concepción, Magíster(c) en Psicología, mención Educación en la Universidad de Concepción. Docente en el Departamento de Ciencias de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Concepción.

Alinne Valenzuela Jiménez



Licenciada en Educación y Profesora de Educación Física titulada en la Universidad de Concepción, Magíster en Medicina y Ciencias del Deporte de la Universidad Mayor. Diplomada en Promoción de la Salud y Calidad de Vida del INTA de la Universidad de Chile. Académica de la Facultad de Educación en Universidad de Concepción. Docente de pregrado en la Carrera de Pedagogía en Educación Física.

Igor Cigarroa Cuevas



Kinesiólogo de profesión, Magíster en Neurorehabilitación, Máster y Doctor en Neurociencias por la UAB. Académico en la Universidad Santo Tomás, Chile. Se ha especializado en las áreas de estimulación temprana, psicomotricidad y neurorehabilitación infantil. Desarrolla múltiples proyectos de investigación científica. Es autor de artículos científicos y libros sobre la problemática de los estilos de vida saludables.

María José Solís Grant



De profesión Kinesióloga. Magister en salud pública, instructora de la clasificación internacional del funcionamiento, la discapacidad y la salud (CIF-OMS), Profesor asistente del departamento de Kinesiología de la UdeC. Directora del Programa interdisciplinario por la inclusión INCLUEDEC y Directora del Diplomado en Discapacidad e Inclusión de la Universidad de Concepción.

Alan Martínez Aros



Es de profesión Kinesiólogo, Magister en Educación, especialista en neuro kinesiólogía, instructor de deporte para personas con discapacidad. Académico Universidad de Chile y Universidad Andrés Bello de Santiago.

Agradecimientos

El equipo de autores desea agradecer muy sinceramente a la Universidad de Concepción, Chile. Particularmente, a la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción, que a través del Fondo de Apoyo a la Docencia *Escribe.Doc*, apoya y financia la innovación en docencia, a través de Proyectos de Innovación Docente para desarrollar iniciativas de cambio que van desde la elaboración de textos y manuales hasta acciones encaminadas al mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes.

También queremos agradecer a todas las personas que han contribuido con diversas acciones para llevar adelante el proceso de edición de este texto educativo. Fundamentalmente, a nuestros estudiantes quienes inspiran esta obra, a todos nuestros colegas, colaboradores, autoridades universitarias y a nuestras familias por permitirnos cumplir con este fascinante desafío intelectual y profesional.

Índice de contenidos

Prólogo	8
Presentación	9
CAPITULO 1: La promoción de la salud en la infancia y la adolescencia	11
La promoción de la salud: Los iniciales caminos.....	13
Conferencias mundiales de promoción de la salud	14
9ª Conferencia Mundial De Promoción De La Salud, Shanghai 2016.....	14
Promoción de salud y educación para la salud	16
Estrategia de escuelas promotoras de la salud.....	18
Estrategia establecimientos educacionales promotores de salud en Chile 2013-2020.	19
Promoción de salud, eje transversal en el sistema educativo chileno actual.....	19
Bases curriculares de educación parvularia	20
Bases curriculares 2012, educación básica.....	21
Ley de composición y publicidad de los alimentos	22
Ley de alimentos: manual de etiquetado nutricional.....	22
Nuevos límites de nutrientes.....	23
CAPÍTULO 2: ¿Porque es importante la práctica de actividad física y ejercicio para la salud integral?	27
La necesidad de llevar una vida activa en la infancia y la adolescencia.	28
¿Existen beneficios de mantener una vida activa?	28
Cambios evolutivos en la conducta de actividad física.....	29
Disminución de la actividad física en la infancia.....	30
Actividad física, ejercicio, deporte y educación física en el contexto escolar.....	33
En resumen.....	35
Ideas centrales.....	36
CAPITULO 3: Juego, la psicomotricidad y el aprendizaje en la infancia y adolescencia.....	37
Conceptualizaciones de psicomotricidad, juego y aprendizaje	38
¿Qué entendemos por jugar?	38
¿Qué es la psicomotricidad?.....	41
¿Cómo definimos aprender?.....	42

La Educación Psicomotriz desde un ámbito Pedagógico o en el marco educativo	43
Importancia de la psicomotricidad en el aprendizaje en el aula	43
Docentes promotores del desarrollo de la psicomotricidad	46
El juego como herramienta pedagógica en el desarrollo de la psicomotricidad.	47
Formas de intervención y medición de la psicomotricidad en contextos escolares	49
Ideas centrales	53
CAPITULO 4: Actividad física, ejercicio, aprendizaje y cerebro	55
Introducción.....	56
Plasticidad neuronal: el escultor del cerebro	60
¿Cómo el cerebro puede ser plástico?	61
Depresión a largo plazo (DLP).....	63
Hipocampo	65
Posibles vías fisiológicas que expliquen sus efectos cognitivos	69
Modificaciones cerebrales: ¿qué le pasa al cerebro cuando hacemos ejercicio?	70
Neurotransmisores	70
Factores de crecimiento neuronal.....	71
Neurogénesis:	72
Angiogénesis.....	72
Cambios estructurales y funcionales a nivel cerebral.....	73
Especificidad de los efectos del ejercicio físico	76
¿Qué aprendemos y recordamos?	76
Aprendizaje motor	78
Tipos de aprendizaje.....	79
Memoria	80
Memoria implícita	82
Memoria explícita	84
Actividad física y las funciones cognitivas	86
Actividad física y rendimiento escolar.....	90
CAPÍTULO 5: Discapacidad, inclusión y un estilo de vida activo en la infancia y adolescencia.....	97
Discapacidad e Inclusión, conceptos y contexto.	98
Beneficios de la actividad física adaptada en población infantil y adolescente con Parálisis Cerebral.....	109
Conclusiones y Reflexiones finales	113

Capítulo 6: La condición física en la infancia y adolescencia.	115
Introducción.....	116
Intervenciones basadas en ejercicio de intervalos para mejorar la condición física en la infancia y adolescencia.....	119
Bibliografía.....	125

Prólogo

Hoy es ampliamente demostrado y reconocido por diversas entidades de salud, nacionales e internacionales que la actividad física, el ejercicio físico y la recreación protegen nuestra salud, evitan exceso de peso y las enfermedades derivadas del exceso de peso, mejoran la funcionalidad de nuestro organismo, en cualquier etapa del ciclo vital. Para que este efecto positivo se manifieste, el ejercicio y actividad física deben ser regulares en el tiempo y formar parte de nuestro estilo de vida. En consecuencia, dado que los escolares viven muchas horas diarias y la mayor parte del año en sus establecimientos educacionales, las escuelas básicas y medias deben ocuparse de brindar una clase lectiva de Educación Física y Salud adecuada, y así mismo, los conocimientos actuales relacionados con los beneficios del ejercicio físico y de la recreación en la salud física, afectiva y cognitiva de los niños y adolescentes.

En este escenario, es de sumo interés este texto, en el cual usted encontrará la información actualizada sobre la actividad y ejercicio físico para una vida saludable durante la infancia y adolescencia.

Esta obra puede ser una guía fácil para el estudiante de Educación Física y Educación General, para ser usado en asignaturas relacionadas, o bien, como documento de guía en prácticas, internados, trabajos de finalización de carreras o durante el ejercicio profesional. Se ha desarrollado en 6 capítulos que tratan; - la promoción de la salud, - la importancia de la actividad física para la salud integral, - el juego asociado a la psicomotricidad y aprendizaje, - la actividad y ejercicio físico y su relación con aprendizaje y cerebro, - la actividad física inclusiva y - la condición física durante esta etapa del ciclo vital.

Sus autores son académicos reconocidos a nivel nacional en temas de docencia e investigación asociada a estos temas, por lo cual el texto posee conocimientos de vanguardia en cada tema desarrollado. Ellos han querido compartir sus experiencias, las que muchos profesionales de la Educación podrán usar para complementar sus conocimientos y para un desarrollo profesional de excelencia, en el contexto del aula escolar.

Dra. Natalia Ulloa Muñoz
Directora Centro de Vida Saludable
Universidad de Concepción, Chile.

Presentación

Con este libro nos dirigimos principalmente a estudiantes universitarios, futuros profesionales de la educación, la salud u otras áreas que convergen a la práctica de actividad física, el ejercicio y los hábitos de vida activa. Futuros profesionales que participarán en la formación de niños y adolescentes, que tienen la motivación e interés de impregnarse de evidencia actualizada respecto de los efectos de la actividad física, el ejercicio físico y un estilo de vida activo en las etapas tempranas de la vida.

Nuestro principal objetivo es proporcionar información interdisciplinaria y ofrecer en forma precisa el conocimiento. Con estos fines, se han generado seis capítulos, en los cuales se expondrá cómo la actividad física y la práctica de ejercicio físico realizadas en forma continua pueden ser una gran estrategia para mantener un buen estado de salud integral.

Los autores que participamos en la construcción del libro somos conscientes de que este texto no es un exhaustivo resumen de todos los artículos científicos que hablan sobre los efectos de la actividad y ejercicio físicos en la infancia y la adolescencia, puesto que es imposible poder abarcar toda la evidencia. No obstante, en cada capítulo nos centramos en la evidencia que a nuestro parecer representa el estado del arte.

El libro está organizado a través de títulos y subtítulos en cada capítulo, para continuar de lleno con los contenidos que incorporan tablas y/o figuras explicativas, para terminar con las ideales centrales que se pueden desprender de cada capítulo. Por último, se proporciona un listado de referencias bibliográficas en las que nos hemos basado para construir cada uno de los capítulos, con el propósito de que puedan consultar y así profundizar temas en particular.

El libro comenzará en el capítulo 1 explicando el concepto de promoción de la salud en la infancia y adolescencia y desarrollará su relevancia en el campo de la actividad física. En el capítulo 2 responderemos la pregunta ¿Porque es importante la práctica de actividad física y ejercicio para la salud integral en la infancia y adolescencia?, Posteriormente, en el capítulo 3 se desarrolla la importancia del juego, la psicomotricidad y el aprendizaje en estas etapas de la vida. En el capítulo 4 se hablará de cómo un estilo de vida activo es capaz de modelar las estructuras, funciones cerebrales y finalmente generar beneficios a nivel cognitivo y en el rendimiento académico de infantes y adolescentes. A continuación, el capítulo 5 hablaremos de discapacidad e inclusión y un estilo de vida activo, en él mostraremos a través de estudios actualizados y con claros ejemplos cómo el ejercicio puede impactar positivamente la salud integral. En el capítulo 6 profundizaremos sobre la condición física relacionada con la salud como un importante indicador de la salud. Además, expondremos diversas estrategias para valorar la condición física en la infancia y adolescencia. Por último, revisaremos y sintetizaremos intervenciones basadas en actividad física para mejorar la condición física en el contexto educativo.

CAPITULO: 1

La promoción de la salud en la infancia y la adolescencia

Liliana Cuadra Montoya

Promoción de la salud o educación para la salud en la infancia y adolescencia

La infancia y la adolescencia han sido consideradas las fases de desarrollo más importantes de todo el ciclo vital. El primero como un período fundamental en la constitución del ser humano, de sus competencias, habilidades y de su manera de relacionarse con el mundo; el segundo como la etapa de la vida de la persona donde comienza la pubertad y acaba cuando los cambios físicos (en los órganos sexuales y en relación al peso, altura y masa muscular) ya han ocurrido. Desde un punto de vista cognitivo, la adolescencia se caracteriza por alcanzar el razonamiento abstracto y lógico; finalmente, la adolescencia es el periodo que nos prepara para nuestros roles como adultos, ya sea para el trabajo o para formar una familia.

Durante estos periodos se llevan a cabo importantes procesos de maduración y aprendizaje que son los que le permiten interactuar, integrarse y desarrollar al máximo como persona, por lo tanto, el sano desarrollo se ha relacionado con las habilidades para tomar decisiones en torno a la salud y disminución de problemas tales como: la obesidad, el sedentarismo, las dificultades en el desarrollo psicomotor, entre otros. En este sentido, las estrategias de promoción de la salud en la infancia y la adolescencia pretenden lograr un impacto positivo en la salud, adaptándose a las necesidades y posibilidades en lo local, con participación activa de padres, madres, cuidadores, docentes y de la comunidad. El presente capítulo, surge del trabajo en la participación en proyectos, en la visión y convicción de la educación como eje y motor del desarrollo, que tiene dos efectos: la capacitación y la formación. Capacitar destrezas y habilidades y la formación desde la valoración y cuidado del ser humano como tal, por medio de la Educación para la Salud.

La promoción de la salud es definida como un proceso, cuyo objeto consiste en fortalecer las habilidades y capacidades de las personas para emprender una acción, y la capacidad de los grupos o las comunidades para actuar colectivamente con el fin de ejercer control sobre los determinantes de la salud (Carta Ottawa, 1986).

La promoción de la salud: Los iniciales caminos

La promoción de salud viene transitando y fortaleciéndose desde el siglo pasado; fue a partir de la década del 70 que se le prestó mayor atención, y en el presente siglo debe tener un mayor espacio de realización y consolidación.

La primera vez que se usó el término promoción de salud fue en 1945, cuando Henry E. Sigerist definió las cuatro grandes tareas de la medicina: promoción de salud, prevención de riesgos y enfermedades, curación y rehabilitación del enfermo.

La promoción, como concepto de salud, comienza a abordarse por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1978, en la declaración de Alma Ata, donde se adoptó la meta de salud para todos. En esta declaración se reconoce formalmente el enfoque de cuidados primarios de salud, como estructura para el mejoramiento de la salud, en los habitantes del planeta.

Posteriormente, el 21 de noviembre de 1986, en Ottawa, Canadá, la OMS lleva a cabo la primera conferencia internacional; el objetivo estaba dirigido a la implementación de los principios sostenidos en la declaración de Alma Ata: resumir directrices que proporcionaran salud para todos los individuos. Allí se redactó un documento conocido como la Carta de Ottawa donde se define que promoción de salud es proporcionar a los pueblos, los medios necesarios para mejorar su salud, y ejercer un mayor control sobre esta. Para alcanzar un estado adecuado de bienestar físico, mental y social, un individuo o grupo debe ser capaz de identificar y realizar sus aspiraciones, de satisfacer sus necesidades, de cambiar o adaptarse al medio ambiente. La política de promoción de salud abarca múltiples sectores sociales, y no es prioritaria solo del sistema de salud. El concepto de promoción de salud irrumpió con fuerza desde la segunda mitad del pasado siglo, y se extiende en diferentes ámbitos, como son en: educación, investigación, los servicios de salud y otros sectores sociales, así como en las agendas de los que toman decisiones, y de los gobiernos. A pesar de ese progreso, muchos profesionales y ejecutores aún muestran desconocimiento y limitaciones, tanto en el alcance como en los principios, las metodologías y las herramientas inherentes a esta disciplina.

En un principio, la promoción de la salud se sostenía casi absolutamente en la modificación de conductas generadoras de riesgo en el nivel individual y en el fomento de estilos de vida saludables. Con estos fines se lanzaron multitudinarias campañas educativas de corta duración cuyos resultados, muy alentadores en un principio, se desvanecían con el pasar del tiempo.

La promoción de la salud consistía principalmente en el traspaso de información sobre conductas de riesgo y en una serie de intervenciones destinadas a transformar las condiciones generales de vida y a crear hábitos y comportamientos individuales y colectivos conducentes a mejorar la salud.

Poco a poco el análisis de los factores que menoscababan el bienestar de las poblaciones reveló la estrecha correlación entre las características socioeconómicas, culturales, demográficas y sanitarias del mundo en desarrollo y el estado de salud de sus habitantes.

Conferencias mundiales de promoción de la salud

Las Conferencias Mundiales de Promoción de la Salud organizadas por la OMS han establecido los conceptos, principios y áreas de acción en esta materia, y han situado la promoción de la salud en el contexto general de la globalización (Ottawa, 1986, y Bangkok, 2005).

En ellas se han examinado la formulación de políticas públicas saludables (Adelaide, 1988) y la creación de entornos propicios (Sundsvall, 1991), así como la creación de capacidad para la promoción de la salud y su función a la hora de abordar los determinantes de la salud (Yakarta, 1997, y México, 2000).

También han defendido acciones para reducir el desfase entre las evidencias y su aplicación concreta en el desarrollo de la salud (Nairobi, 2009). En la 8ª Conferencia Mundial de Promoción de la Salud (Helsinki, 2013) se examinaron las experiencias en relación con el enfoque “La salud en todas las políticas” y se establecieron orientaciones para acciones concretas en los países de cualquier nivel de desarrollo.

9ª Conferencia Mundial De Promoción De La Salud, Shanghai 2016

En noviembre del año 2016 se celebró en la ciudad de Shanghai la 9ª Conferencia Mundial de Promoción de la Salud, bajo el título “**Promover la salud en los Objetivos de Desarrollo Sostenible**” y el eslogan “**Salud para todos y todos para la Salud**”. Organizada conjuntamente por la OMS y el Gobierno Chino, la conferencia ha venido marcada por dos aniversarios relevantes:

Por un lado, el 30º aniversario de la 1ª Conferencia Mundial de Promoción de la Salud, celebrada en Canadá, donde surgió, el 21 de noviembre del 1986, la **Carta de Ottawa** para el Fomento de la Salud. En esta carta, quedó patente la necesidad de fomentar el compromiso político, la acción y las inversiones para abordar la salud y la equidad, y que el sector de la salud por sí mismo no podría garantizar que las personas logren el más alto nivel de salud.

Por otro lado, el 1er año de aplicación de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030** (la promoción de la salud como pilar fundamental para la consecución de los ODS). La Conferencia marca un nuevo rumbo de los ODS para los próximos 15 años, con el objetivo de inspirar a los gobiernos y otras partes interesadas para que entiendan el enorme potencial de promover la salud en todos los sectores de la sociedad. Pone así de relieve los vínculos cruciales existentes entre la promoción de la salud y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Surgen así una serie de compromisos, por parte de los países participantes, que quedan reflejados en la **Declaración de Shanghai sobre Promoción de la Salud en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible** (aprobada el 21 de noviembre del 2016), compromisos para adoptar políticas en pro de la salud que benefician al conjunto de la sociedad.

En dicha declaración se trabajó desde una perspectiva práctica tomando como ordenación los siguientes objetivos:

- Renovar la misión de la promoción de la salud para los próximos decenios.
- Explicar y optimizar la función y los logros de la promoción de la salud en la mejora de la salud y la equidad sanitaria
- Proporcionar orientaciones a los países sobre la aplicación práctica de los conceptos y métodos de la promoción de la salud para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Potenciar el compromiso político con el enfoque de la salud para todos mediante los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Posibilitar que las personas, los gobiernos y la sociedad civil aborden los determinantes sociales de la salud y que las personas tomen control de sus vidas para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Intercambiar experiencias nacionales en el ámbito de la mejora de los conocimientos sobre salud, la intensificación de la acción intersectorial y la movilización social, y la creación de ciudades, comunidades y asentamientos humanos saludables.

Estos objetivos ponen la tilde en la contribución de la Promoción de la Salud, no solo a la mejora de la salud y la equidad sino también, al cumplimiento de los ODS en los próximos años (situando la promoción de la salud en el centro del desarrollo sostenible (Figura 1).



Figura 1: La Promoción de la Salud como centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Promoción de salud y educación para la salud

Si se considera a la promoción de salud (PS) como un proceso educativo de enseñanza-aprendizaje, a partir del cual la comunidad logra ejercer control de su salud y elevar su nivel, con la utilización de los recursos disponibles según las condiciones de vida que posee y la transformación de sus hábitos y costumbres en estilos de vida más saludables, entonces se entiende que la educación para la salud (EpS) constituye un instrumento fundamental en el proceso de promoción de salud. La Organización Mundial de la Salud define la EpS, como la disciplina que se ocupa de organizar, orientar e iniciar los procesos que han de promover experiencias educativas, capaces de influir favorablemente en los conocimientos, actitudes y prácticas del individuo, y de la comunidad con respecto a su salud.

La educación para la salud tiene como objetivo, transmitir conocimientos que motiven y potencien el saber y el saber hacer, así como el desarrollo de conductas encaminadas a la conservación de la salud del individuo, la familia y la comunidad, para lograr estilos de vida saludables. Debe ocuparse de que las personas

conozcan, analicen las causas sociales, económicas y ambientales, que influyen negativamente en la salud; de desarrollar habilidades que lleven a una situación en la que las personas: deseen vivir sanas, sepan cómo alcanzar la salud, hagan lo que sea, individual y colectivamente, para mantener la salud, y busquen ayuda cuando lo necesiten.

La educación para la salud que pretenda hacer hincapié solamente en la información, acerca de la repercusión de los distintos comportamientos sobre la salud, está destinada a fracasar.

La educación para la salud orienta a los distintos grupos de la población, por lo que constituye un elemento esencial para que los ciudadanos puedan prevenir, y afrontar de una manera más autónoma, sus propios problemas de salud y los de su entorno. Les ayuda a conocer y comprender la necesidad de potenciar actitudes que permitan adquirir hábitos y comportamientos sanos y seguros, y a afrontar la posible enfermedad en un ambiente de normalidad.

La clave para que una persona pueda decidir estar sana, es primero, que tenga conocimientos precisos, fiables sobre cómo alcanzar un buen estado de salud, y sobre los riesgos para la salud que se presentan en su vida cotidiana. Segundo, que disponga de conocimientos que le permitan realizar las mejores elecciones posibles y ponerlas en práctica. Tercero, que sepa de qué manera puede disfrutar de una buena salud personal, y qué hace falta para que la familia se mantenga sana.

El método que aplica la educación para la salud se basa en la identificación de las necesidades educativas, para satisfacerlas a partir de programas educativos que se insertan y combinan, con los requisitos establecidos para lograr una promoción de salud a escala social.

La educación para la salud es una tarea de una dimensión que trasciende el hecho de transmitir información, y se relaciona con la acción comunitaria para lograr su participación activa. Esta manera de ver dicha educación establece su propósito y el hacia dónde deben dirigirse las acciones. La participación implica responsabilidad, integración, sentido de pertenencia y capacidad de organización, con el fin de que se compartan experiencias y de que mejoren los conocimientos, mediante el esfuerzo individual y de grupo, para elevar el nivel de salud. Para realizar la EpS se utilizan técnicas educativas, instrumentos y medios que le permiten al profesional de la salud, comunicarse con las personas y lograr su participación para la adquisición del conocimiento, lo cual propicia la toma de

conciencia, ya que permite la modificación de hábitos y conductas insanas, y las convierte en conductas saludables.

Estrategia de escuelas promotoras de la salud

La Iniciativa Regional de Escuelas Promotoras de Salud comienza a ser impulsada a partir del año 1995, por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Su propósito fundamental consiste en articular el trabajo intersectorial, potenciando procesos educativos y políticos en beneficio de la salud y el bienestar de niños (as) y adolescentes.

En sus inicios, la estrategia de promoción de la salud en el ámbito escolar se fundamentó en el desarrollo articulado de tres componentes principales (OPS, 1996):

Educación para la salud con enfoque integral, Creación y mantenimiento de entornos y ambientes saludables y Provisión de servicios de salud, nutrición sana y vida activa.

Posteriormente se complementaron estos 3 componentes y se establecieron 6 elementos esenciales (UIPES, 2010):

Políticas escolares saludables, Entorno social del establecimiento educacional, Entorno Físico del establecimiento educacional, Habilidades de salud individuales y competencias para la acción, Vínculos con la comunidad.

Además de lo anteriormente mostrado, se establecieron 3 ejes considerados claves para fortalecer la estrategia y relevar su contribución a nivel local (MINSAL, 2008):

Lineamientos políticos y técnicos, Enfoques conceptuales y Sistematizaciones de experiencias innovadoras y construcción de evidencias de la efectividad.

De acuerdo a la evidencia revisada, los programas de promoción de salud en los establecimientos educacionales, en vez de concebirse como un conjunto de actividades que realiza el personal de salud y/o educadores de nivel pre escolar y escolar, entre otros, deben concebirse en programas estructurados que incluyan estrategias definidas y claras en cada uno de los componentes y en diferentes niveles (personal, grupal, social), involucrando a los principales grupos de referencia de niños/as y adolescentes e incluyendo a las familias, docentes, no docentes y

pares. Además, dado el tipo de cambios que se desea, implica, generar condiciones que sean sustentables y sostenidas en el tiempo (MINSAL, 2008).

“La sostenibilidad de la estrategia Escuelas Promotoras de la Salud requiere políticas explícitas de compromiso con la salud, la educación y el desarrollo humano sostenible a través de las comunidades educativas, no sólo en el ámbito de las administraciones nacionales sino mediante su inclusión en los planes de desarrollo regional y municipal. De igual forma, es importante avanzar en la institucionalización de la estrategia mediante su articulación con los PEI”.

Estrategia establecimientos educacionales promotores de salud en Chile 2013-2020

Actualmente la Estrategia de Establecimientos Educacionales Promotores de Salud, tienen como objetivo incentivar la incorporación de jardines infantiles, escuelas y/o liceos a un proceso voluntario de diagnóstico de su entorno educacional, con la posibilidad de desarrollar programas de mejoramiento, con asesoría técnica intersectorial permanente, con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida de su comunidad educativa.

El problema de la situación de salud de preescolares y escolares de Chile, es la prevalencia de obesidad en niños menores de 6 años es de 10.23% (DEIS 2013), En escolares de 1º año básico alcanza un 22.1% (JUNAEB 2011), En párvulos alcanza un 21.5% (JUNAEB 2011). En adolescentes de E. Media 8.2% (JUNAEB 2011), Menos de un 20% de los escolares consumen frutas y alrededor de un 30% verduras, El consumo de bebidas azucaradas se encuentra en un 40%, Entre un 60 y un 70% consumen desayuno diariamente. (EMSE 2004), El 15% niños y 7,5% niñas, practican AF al menos 1 hora diaria (EMSE 2004). SIMCE de Educación Física 2010 indican que sólo 1 de cada 10 alumnos (9,2%) evaluados, tiene una condición física "satisfactoria" (MINEDUC, 2011).

Promoción de salud, eje transversal en el sistema educativo chileno actual

La educación se define como el “proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante

la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas. Se enmarca en el respeto y valoración de los derechos humanos y de las libertades fundamentales, de la diversidad multicultural y de la paz, y de nuestra identidad nacional, capacitando a las personas para conducir su vida en forma plena, para convivir y participar en forma responsable, tolerante, solidaria, democrática y activa en la comunidad, y para trabajar y contribuir al desarrollo del país” (Artículo 2, Ley General de Educación N° 20.370)

La declaración planteada anteriormente, fundamenta que, la educación no es sólo un proceso que se encarga del desarrollo cognitivo, si no que más bien apunta al desarrollo integral de los estudiantes en todo su ciclo escolar.

Las actuales normativas dirigidas al entorno educacional, como lo son: la Ley General De Educación (N° 20.370), las bases curriculares de Educación Parvularia 2018, las actuales bases curriculares de educación básica y la actual Ley de Composición y Publicidad de Alimentos; facilitarán integrar las diferentes líneas de acción de la estrategia EEPS, que al igual que las normativas y regulaciones mencionadas busca que los estudiantes alcancen un desarrollo integral durante su vida escolar.

Bases curriculares de educación parvularia

Principales Innovaciones Respecto a las Bases Curriculares 2001: Se enriquecen los fundamentos, principios y núcleos de aprendizaje con nuevas perspectivas acerca de la infancia, el aprendizaje, la enseñanza y orientaciones valóricas, enfatizando la inclusión y la diversidad social, y las actitudes ciudadanas desde los primeros años. Del mismo modo, se renuevan las orientaciones para los procesos educativos, integrando las visiones actuales acerca de la planificación y la evaluación, como también los factores que contribuyen a la generación de ambientes de aprendizaje significativos. Se destacan con especial énfasis en los fundamentos, principios, objetivos y orientaciones, todos aquellos factores y aspectos distintivos de la identidad pedagógica del nivel educativo, como son el enfoque de derechos, la incorporación del juego como eje fundamental para el aprendizaje, el protagonismo de los niños y las niñas en las experiencias de aprendizaje y el resguardo de la formación integral. Se realizan modificaciones en la estructura curricular, ajustando la forma de ordenar temporalmente el proceso educativo pasando de ciclos de tres años a tramos de dos años, respondiendo con

mayor precisión a las necesidades y características del aprendizaje y desarrollo de los párvulos. Por otra parte, los núcleos de aprendizaje del Ámbito Desarrollo Personal y Social adoptan mayor transversalidad, y relevancia para la planificación. No se altera la cantidad de Núcleos de Aprendizaje considerados fundamentales, pero se reorganizan y actualizan algunas de sus temáticas centrales, constituyéndose así el núcleo de Corporalidad y Movimiento, dimensiones que son sinérgicas y de reconocida relevancia en la niñez temprana, lo mismo que el núcleo Identidad y Autonomía. Además, al núcleo de Convivencia se agrega la dimensión de Ciudadanía. En cuanto a los aprendizajes prescritos, se modifica la denominación de los aprendizajes esperados por objetivos de aprendizaje, de acuerdo a la Ley General de Educación.

Bases curriculares 2012, educación básica

La Ley General de Educación de 2009 (Nº 20.370) incorporó modificaciones que obligan reemplazar paulatinamente las bases curriculares Fundamentales y Contenido Mínimos Obligatorios), por otras basadas en un listado único de Objetivos de Aprendizaje, que definen los objetivos mínimos de aprendizaje que deben alcanzar todos los establecimientos educacionales del país en cada nivel y asignatura.

El año 2012, el Consejo Nacional de Educación, aprobó las bases curriculares para la educación básica, las que serán implementadas en el 2013. Las bases curriculares aprobadas corresponden a las asignaturas de Música, Artes Visuales, Orientación, Tecnología y Educación Física y Salud. Las bases de la asignatura de "Educación Física y Salud", tiene como objetivo *"que los estudiantes logren desarrollar habilidades motrices, así como actitudes proclives al juego limpio, el liderazgo y el autocuidado, dándoles la posibilidad de adquirir un estilo de vida activo y saludable, asociados a múltiples beneficios individuales y sociales"*.

Una de las principales novedades de estas bases curriculares de Educación Física y Salud, es la inclusión del término "salud" en el nombre de la asignatura, respondiendo a los actuales problemas de sedentarismo que enfrenta nuestro país. Además, las escuelas deberán aumentar en los niveles de 1º a 4º básica 1 hora de educación física, por lo tanto son 4 horas semanales obligatorias. Apuntando con esto, al desafío que los estudiantes adquieran el hábito a edades tempranas, de tal

manera, que no sea solo en la escuela donde realicen actividad física, sino que también en su horario extraescolar.

Las bases curriculares de la asignatura de "Orientación", tienen como propósito contribuir al proceso de formación integral de los estudiantes, estas bases se organizan en cuatro ejes temáticos: relaciones interpersonales, participación y pertenencia, trabajo escolar y crecimiento personal, dentro de este último se abordan los temas del cuidado de la afectividad y sexualidad, así como la promoción de la vida saludable, entre otros temas. Las bases mencionadas anteriormente, se vinculan con los ámbitos a desarrollar en la estrategia EEPS.

Ley de composición y publicidad de los alimentos

El día 6 de julio de 2012, se publicó en el Diario Oficial, la Ley N° 20.606, Sobre Composición Nutricional de los Alimentos y su Publicidad.

Los principales objetivos de esta Ley son, de una parte, entregar información más clara y comprensible al consumidor sobre el contenido de nutrientes críticos de los alimentos, con el fin de orientarlos en su elección de compra y consumo y por otra, regular la publicidad y venta de estos alimentos cuando están destinados a los menores de 14 años.

Ley de alimentos: manual de etiquetado nutricional

El jueves 27 de junio de 2019 entra en vigencia la **tercera etapa de la Ley de Alimentos 20.606**, que aumenta las exigencias de reducción de nutrientes críticos de los alimentos.

La ley expresa que los productores de alimentos deben entregar información clara y comprensible al consumidor por medio de **sellos de advertencia "ALTO EN" en la parte frontal de etiquetas**, que indican cuando un producto tiene adición de sodio, grasas saturadas o azúcares, que superan los límites establecidos por el Ministerio de Salud para esos nutrientes.

Una consecuencia de la ley es la **reformulación de los alimentos para mejorar la oferta** que existe en el mercado, favoreciendo el acceso a productos sanos que en el tiempo mejoren los índices de nutrición alimentaria.

Nuevos límites de nutrientes



Figura 2. Límites de contenido de energía, sodio, azúcares totales y grasas saturadas en alimentos sólidos.



Figura 3. Límites de contenido de energía, sodio, azúcares totales y grasas saturadas en alimentos líquidos.

Sistema de reconocimiento de establecimientos educacionales promotores de salud

El reconocimiento de un establecimiento educacional como promotor de salud, es una estrategia que pretende reconocer la implementación de programas de diferentes instituciones que contribuyan a instalar estilos de vida saludables en los jardines infantiles, escuelas y/o liceos, en forma gradual y permanente en el tiempo. Este sistema de reconocimiento tiene por objetivo lograr que los establecimientos educacionales diseñen e implementen planes y programas de promoción de salud al interior de los establecimientos educacionales, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad educativa.

Todos los establecimientos educacionales que participen de esta estrategia serán acompañados tanto por el Ministerio de Salud como el intersector involucrado (MINEDUC, JUNAEB, JUNJI, Fundación INTEGRAL e IND), tanto desde el nivel central como regional, con el fin de ir evaluando longitudinalmente los progresos y avances en cada una de las áreas y ámbitos priorizados, además de poder detectar a tiempo las dificultades en el proceso y establecer medidas de solución.

Etapas del Sistema de Reconocimiento

En el proceso del sistema de reconocimiento de EEPS, se destacan 2 etapas fundamentales: etapa de Compromiso y etapa de Reconocimiento.

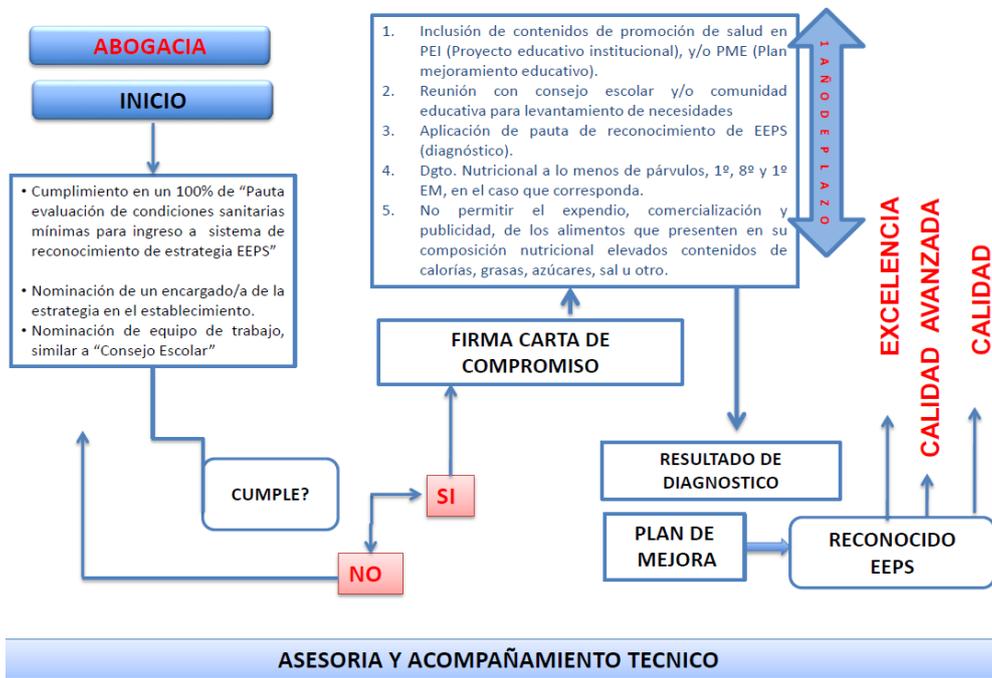


Figura 4: Proceso de reconocimiento en su integralidad.

CAPÍTULO 2

¿Porque es importante la práctica de actividad física y ejercicio para la salud integral?

Rafael Zapata Lamana

La necesidad de llevar una vida activa en la infancia y la adolescencia.

Llevar un estilo de vida saludable y activo es esencial para cualquier persona. Caminar hasta el colegio o lugar de trabajo, subir escaleras tradicionales en vez de las escaleras mecánicas o el ascensor, hacer ejercicio o practicar un deporte como correr o jugar fútbol deberían ser hábitos en nuestras vidas. Moverse, en definitiva, es elemental en las distintas etapas del desarrollo, tanto en el aspecto físico como emocional, especialmente durante los primeros años de vida, que es cuando estamos en una etapa de gran crecimiento corporal y de desarrollo y adquisición de hábitos saludables que nos acompañarán a lo largo de toda la vida.

Nuestros genes están dispuestos para que estemos en constante movimiento y precisamos de él para nuestra formación, desarrollo, consolidación anatómica y funcional desde que nacemos hasta que dejamos este mundo. La práctica de una actividad física que divierta y forme, es un hecho natural en la vida del niño con un fin eminentemente explorador y de aprendizaje. Esta actividad, asumida en general como juego, ofrece al niño momentos felices que estimulan su desarrollo estructural y funcional.

En una etapa de la historia en la que los niños son verdaderos nativos digitales, el uso de las tabletas, videojuegos y otros dispositivos móviles hace que el tiempo que dedican al ejercicio sea cada vez menor. Esta tendencia, junto a la falta de espacios de recreo y educación física diaria, contribuye a la obesidad, el bajo tono muscular y también a más períodos de tensión con sus referentes adultos. La falta de actividad física está sembrando en nuestra sociedad niños menos saludables y que en el futuro serán adultos enfermos. Se hace vital incorporar desde edades muy tempranas la actividad física y una sana alimentación como parte de nuestro estilo de vida.

¿Existen beneficios de mantener una vida activa?

Si hablamos sobre los beneficios de la actividad física o ejercicio físico, difícilmente alguien podrá rebatir que la actividad física es en su gran mayoría promotora de efectos positivos en la salud de los niños. Sin ir muy lejos, la participación regular y constante en actividades físicas en la niñez está asociada en un futuro con un descenso en el riesgo cardiovascular, una menor probabilidad de ser obesos o sucumbir a hábitos poco saludables y de padecer enfermedades inflamatorias en la

juventud y la adultez. Además, hay abundante evidencia que indica que la actividad física tiene efectos beneficiosos en patologías mentales como la depresión, en trastornos de la infancia como el trastorno por déficit atencional con hiperactividad (TDAH), principalmente mejorando la calidad de vida y el estado de ánimo. Por otro lado, existen índices claros de que la práctica de una actividad física de una forma habitual facilita la familiarización con unos hábitos higiénicos y dietéticos que redundan en un mejoramiento de las funciones cognitivas y un rendimiento escolar mejor en la infancia y que se trasladan a la vida del adulto. Se ha observado, por ejemplo, que unos niveles adecuados de actividad física en niños ayudan a garantizar un desarrollo fisiológico óptimo durante etapas de crecimiento, mejoran la prevención de enfermedades infantiles y disminuyen el riesgo de padecer otras enfermedades que pueden generar problemas físicos en etapas posteriores de la vida. Por otro lado, la falta de actividad física aumenta el riesgo de padecer sobrepeso y obesidad además de otras patologías como el asma y los problemas osteoarticulares como la artrosis. Sumado a esto, sabemos con bastante certeza que, si no realizamos actividad física en forma regular, adoptamos estilos de vida sedentarios, con dietas altas en grasas y azúcares o con excesos de alcohol y tabaco, existiendo así altas probabilidades de presentar factores de riesgo vascular (incluyendo la hipertensión, hipotensión, diabetes o hipercolesterolemia), los cuales se ha visto que podrían estar estrechamente asociados en la vejez con la demencia y la enfermedad de Alzheimer.

Cambios evolutivos en la conducta de actividad física

No es un secreto que hoy en día la sociedad está cambiando. Cada vez vivimos más años y con más comodidades, pero el precio a pagar es también una vida con mayores niveles de estrés. Por ejemplo, para comer solo hace falta calentar cualquier congelado en el microondas y para ir a trabajar podemos ir en cómodos autos. Sin embargo, tenemos trabajos cada vez psicológicamente más estresantes y con mayor responsabilidad. Hay mucha presión económica, social y falta de tiempo. En concreto, y en relación al ejercicio físico, el problema consiste en un desequilibrio entre nuestras características genéticas y nuestras características socioculturales. Mientras que las primeras evolucionan muy lentamente, las segundas lo hacen muy rápido. Así, la mayor parte de patologías y trastornos

mentales tienen su base en un desequilibrio entre lo que nuestro organismo está preparado para realizar y las tareas que le exigimos.

Si partimos de la teoría de la evolución de Darwin, las características y las conductas de los organismos se mantienen porque aportan una ventaja. Actualmente, correr, además de ser una respuesta básica ante un estímulo amenazante o peligroso, como ahora perder el bus, es una forma primaria de ejercicio y ocio; pero al mismo tiempo la conducta de correr podría ser tan antigua como el género homo, y haber contribuido a la fisonomía actual humana e, incluso, a la encefalización. De hecho, recientemente se ha probado que el incremento de conductas locomotoras produce cerebros más grandes a lo largo de la evolución, especialmente en mamíferos. También se ha demostrado que el bipedismo permitió a nuestros antepasados recorrer grandes distancias e instalarse en nuevos hábitats, tener las manos libres para usar herramientas y, en consecuencia, cazar animales más grandes (mayor cantidad de carne disponible, con mayor aporte de nutrientes) o cocinar la carne con el dominio del fuego.

Estas características de nuestros antepasados (capacidad de recorrer grandes distancias, capacidad de caza, etc.) propiciaron el primer gran cambio de la sociedad humana. Fue el principio del desequilibrio entre nuestras capacidades genéticas/físicas y nuestras necesidades sociales. Se le llamó la Revolución del Neolítico (entre 10.000 y 5.000 años a. C.) y consistió en la aparición de la agricultura. Esta facilitó la transición de una vida nómada a una vida establecida en un mismo lugar (o sedentaria). El segundo cambio ocurrió en los inicios del siglo XX con la Revolución Industrial, asociada a la mecanización de la industria y la agricultura. Fue entonces que la ciencia y las instituciones públicas empezaron a preguntarse sobre el incremento de las enfermedades cardiovasculares. Y el tercer cambio se dio apenas hace dos generaciones, con la incursión de la era digital y las nuevas tecnologías, como ya se ha comentado antes con el ejemplo de los videojuegos.

Disminución de la actividad física en la infancia

La inactividad física es considerada como el mayor problema de salud en el siglo veintiuno, afectando tanto a adultos como a niños. Y aunque parezca contraintuitivo, la mayor reducción de actividad física a lo largo de la vida no se produce en adultez, sino que empieza mucho tiempo antes, específicamente en el periodo de la infancia y preadolescencia. ¿Qué causa el sedentarismo? Existen diferentes factores que

pueden explicar por qué el descenso de la actividad física se intensifica en este periodo vital de desarrollo y movimiento.

Algunos de estos factores son básicamente biológicos e inherentes a la fisiología del niño mientras que otros factores tienen un origen sociocultural, resultado de la situación social y económica actual de los países occidentales (principalmente).

1. Factores fisiológicos: el propio desarrollo fisiológico del niño tiende, de forma natural, a provocar una disminución de la actividad física, dedicándole más tiempo y atención a actividades de orden más intelectual (exámenes, test de selectividad, rendimiento escolar). En el periodo previo a la pubertad, el niño se vuelve más sedentario y su nivel de actividad física disminuye en relación a etapas vitales anteriores.

2. Factores socioculturales: desafortunadamente, esta disminución de la actividad física se ve agravada por otros factores socioculturales como: los cambios en los tipos de juegos, en los hábitos alimentarios y la presión por rendimiento académico.

¿Qué paso con la forma de diversión y pasar los tiempos de ocio de los niños? Los juegos y formas de diversión han cambiado drásticamente en los últimos años. Basta mirar cuáles son los regalos para niños más vendidos para navidades. No cabe duda de que la tecnología llegó para quedarse y que hace nuestras vidas más cómodas y sencillas. Pero si ponemos en la balanza beneficios y desventajas de su uso a tan temprana edad, las conclusiones son controvertidas. Por un lado, están quienes apoyan su uso como una herramienta a la enseñanza y aprendizaje y, por otro, quienes defienden las tradicionales formas de enseñanza.

A principios del siglo XX se jugaba principalmente con los recursos propios del campo, de la plaza o del patio. Los juegos normalmente son enraizados con oficios, los juguetes tradicionales como los caballos de madera, polcas, muñecas y la cuerda eran fabricados de forma artesanal. A partir de los dos años los juegos de tipo simbólico son extraídos de la naturaleza, en donde la rama de un árbol se convierte en una perfecta espada o varita mágica, fomentando en el niño el desarrollo de su creatividad. En los años cincuenta y sesenta, el empuje industrial llevó a fabricar juguetes más sofisticados, aunque estos no pudiesen estar al alcance de muchas familias. En los años setenta, surge la polémica de los juegos bélicos, y a la vez proliferan los juguetes educativos. Posterior a los años ochenta, con el aumento de la tecnología, los niños ya no disfrutaban de los juegos en grupo y

al aire libre en los cuales se involucraba la mente, el cuerpo y la interacción. La inclusión de los videojuegos en el mercado cambió paulatina pero radicalmente los hábitos de actividad de los niños desde edades muy tempranas. Los niños actualmente son capaces de mantenerse por horas sentados frente a una pantalla (televisión, computador, dispositivos móviles, tabletas y otros aparatos electrónicos). En lo atinente al ejercicio, el uso, o mejor dicho, el abuso de horas que los niños pasan frente a las pantallas (televisión, computador, dispositivos móviles, tabletas y otros aparatos electrónicos) está asociado, en algunos casos, a una menor participación en actividades de tipo físico-deportivo y patologías crónicas que antiguamente se asociaban casi exclusivamente a edades adultas. Debido en parte, al riesgo de sedentarismo que presentan las nuevas generaciones de niños, las empresas de videojuegos han sacado al mercado nuevas alternativas de videojuegos que permiten interactuar con una máquina a través de la realidad virtual. Los niños pueden moverse ante una pantalla para hacer “como si” bailaran, golpearan una pelota de tenis, boxearan o hicieran otro deporte. Pese a estos cambios introducidos en los videojuegos, los beneficios que otorgan en la salud de los niños no son equiparables a los de la práctica deportiva real. Además, recientes investigaciones asocian el jugar muchas horas en consolas de videojuego con problemas de atención y concentración.

En la actualidad, el incremento del tiempo dedicado a ver televisión, la adherencia a otros medios tecnológicos, el creciente consumo de alimentos hipercalóricos sumado a la inactividad física, condicionan una acumulación excesiva de energía que al mantenerse en el tiempo explica en gran parte el incremento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil.

Otro factor sociocultural que ha contribuido a la disminución de actividad física en niños está relacionado con el aumento de la presión y al rendimiento académico ya en edades muy tempranas. En muchos casos, la necesidad de aumentar el rendimiento académico provoca la sustitución de clases de actividad física escolares o actividades deportivas extracurriculares por actividades con contenidos puramente académicos. A pesar de que esta sustitución presenta, paradójicamente, efectos contraproducentes sobre el propio rendimiento escolar, existe una cierta tendencia generalizada a pensar que las clases de educación física en general son prescindibles. Este último punto lo profundizaremos en el siguiente subtítulo.

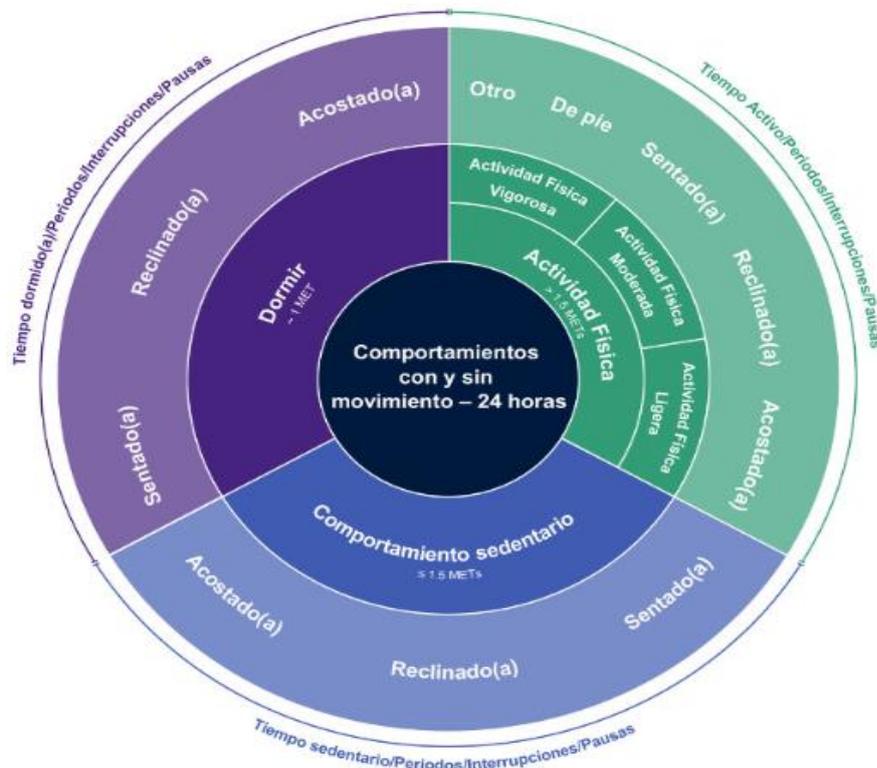


Figura 5. Ilustración del modelo conceptual final de la terminología basada en movimiento organizado en un periodo de 24 horas. La figura organiza los movimientos que tienen lugar a lo largo del día en dos componentes: el círculo interno representa las categorías del comportamiento principal en términos de gasto energético. El círculo externo provee categorías generales usando postura. La proporción de espacio ocupada por cada comportamiento en esta figura no es prescriptiva del tiempo que debería ser empleado en estos comportamientos cada día. Adaptada de Tremblay et al; 2018.

Actividad física, ejercicio, deporte y educación física en el contexto escolar.

Pese a que una amplia evidencia ha encontrado una asociación positiva entre la práctica de actividad física y el rendimiento académico, aún se sigue restando importancia a la actividad física durante la jornada escolar. La constante presión hacia los educadores por mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes, sumado a la creencia de que la actividad física posee un bajo valor académico ha hecho que se llegue a reducir o eliminar las oportunidades de actividad física en los

establecimientos educativos (Taras H 2005, Castelli D 2007, Trudeau F 2008, Ahamed Y 2007, Chomitz V 2009, Raine L 2013). En muchos casos, la necesidad de aumentar el rendimiento académico provoca la sustitución de clases de educación física escolar o actividades deportivas extracurriculares por actividades con contenidos puramente académicos. Un reporte del Instituto de Investigación Social de la Universidad de Michigan de 2010 observó que algunos colegios en Estados Unidos han reducido las oportunidades para jugar en un 25% y las actividades al aire libre en un 50%.

A pesar de políticas públicas que promueven la actividad física, algunos estudios recientes indican que la cantidad de actividad física entre niños y adolescentes en los países industrializados está disminuyendo notablemente respecto a las últimas décadas y que está por debajo de las recomendaciones oficiales de la Organización Mundial de la salud (OMS). A modo de ejemplo, el Departamento de Salud del Gobierno de Estados Unidos realizó una encuesta el 2008 entre niños de 9 a 13 años y observó que un 23% no había participado en actividades físicas en la última semana. El Centro de Control y Prevención de Enfermedades Estadounidense (CDC) realizó un estudio similar al anterior en el 2011, el que mostró que el porcentaje de participación en clases de actividad física era solo de un 31%, lo que explicaría la relativa ineficacia de este tipo de clases en aumentar los niveles de actividad física y reducir la obesidad.

Si miramos el problema en forma global, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la inactividad física representa el 6% de las defunciones a nivel mundial, ocupando el 4º lugar y antecedida por la hipertensión (13%), consumo de tabaco (9%) y el exceso de glucosa en la sangre (6%). Esta condición representa la principal causa de aproximadamente el 21-25% de los cánceres de mama y de colon, 27% de la diabetes y un 30% de las cardiopatías isquémicas.

Como forma de combatir este explosivo aumento de enfermedades no transmisibles (ENT), la OMS lanzó el 2010 las Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud. En el grupo de 5 a 15 años se recomienda al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa. Pues se ha visto que la práctica diaria de ejercicio está fuertemente asociada a parámetros de salud favorables, mejora las funciones cardiorrespiratorias y de la fuerza muscular, reduce la grasa corporal, ayuda a prevenir las enfermedades cardiovasculares y metabólicas, mejora la salud ósea y disminuye la presencia de síntomas de depresión.

Además de la actividad física, otros factores que influyen en los estilos vida, y que están siendo estudiados por sus efectos positivos sobre las funciones cognitivas, son determinados tipos de nutrientes, el enriquecimiento ambiental en animales y la estimulación cognitiva en humanos. Por otra parte, no se puede olvidar la fuerte influencia que puede ejercer la carga genética sobre las funciones cognitivas y que podría ser una de las principales razones de las diferencias individuales en el rendimiento escolar. Sin embargo, este libro en concreto se concentrará en el impacto del movimiento, para lo cual la atención estará puesta en programas de actividad física, ejercicio físico y la práctica deportiva en las funciones cognitivas, cardiovasculares y sus implicaciones en el ámbito escolar y social.

En resumen

Nuestros genes están diseñados para que estemos en constante movimiento, por lo que es normal que estemos en actividad y no estáticos. Llevar una vida activa y saludable es esencial en las distintas etapas del desarrollo, tanto en aspectos físicos, sensoriales como emocionales y cognitivos, especialmente durante los primeros años de vida. Así que vencamos el sedentarismo imperante en estos tiempos, enseñemos y mostremos a nuestros los niños que la actividad física y el ejercicio físico es un estilo de vida.

La práctica regular de actividad física en la infancia se ha vinculado con un descenso en el riesgo cardiovascular, una menor probabilidad de tener obesidad y de padecer enfermedades inflamatorias en la juventud y la adultez. Además, se ha observado que tiene efectos beneficiosos en patologías mentales como la depresión, en trastornos de la infancia como el TDAH principalmente mejorando la calidad de vida y estado de ánimo. Por otra parte, en los últimos años se ha evidenciado un efecto positivo en funciones cognitivas y en el rendimiento escolar.

Como hemos visto, desde la revolución del neolítico hasta la más reciente era de la tecnología, los cambios sociales provocan un desajuste entre nuestras demandas físicas del día a día y nuestra capacidad física. Así, necesitamos el ejercicio para contrarrestar esta falta de actividad provocada por los avances socio tecnológicos.

La actividad física comienza a disminuir en la infancia, factores fisiológicos y socioculturales los provocan. Factores como los cambios en las actividades de

diversión y ocio, cambios en los tipos de juegos, modificación de los hábitos alimentarios y una constante presión por rendimiento académico se observan como los principales responsables.

Pese a que se ha asociado positivamente la actividad física y el rendimiento académico, aún se sigue quitando importancia a la actividad física, el ejercicio y el deporte durante la jornada escolar. La causa que esgrimen los centros de educación es la constante presión por mejorar el rendimiento académico de sus alumnos, sin olvidar que la infundada creencia de que la actividad física posee un bajo valor académico ha llevado a que algunos centros reduzcan o eliminen las clases de Educación Física o los tiempos de recreo.

Ideas centrales

Nuestros genes están diseñados para que estemos en movimiento. Enseñemos a los niños que el ejercicio es un estilo de vida.

La práctica constante y regular de actividad física en la infancia tiene efectos preventivos en patologías cardiovasculares y metabólicas en la adultez, además de efectos positivos en patologías mentales, en las funciones cognitivas.

Aún se resta importancia a la actividad física durante la jornada escolar. Los centros educativos responsabilizan a la constante presión por mejorar el rendimiento académico de sus alumnos.

Las últimas encuestas de salud indican que Chile tiene altos niveles de obesidad y sedentarismo infantil. En la actualidad, se buscan medidas para combatirlos, por ahora sin éxito.

CAPITULO 3

Juego, psicomotricidad y el aprendizaje en la infancia y adolescencia

Alinne Valenzuela Jiménez

Fabiola Sáez Delgado

Javier Mella Norambuena

Introducción

Sin duda la importancia de la psicomotricidad en el aprendizaje desde etapas tempranas del desarrollo humano hasta la adolescencia, tiene un rol preponderante. En consecuencia, el presente capítulo tiene por objetivos: (1) describir conceptualizaciones de psicomotricidad, juego y aprendizaje; (2) discutir la importancia de la psicomotricidad en el aprendizaje en el aula; (3) establecer recomendaciones para los docentes sobre la promoción de la psicomotricidad en el aula; (4) presentar al juego como herramienta pedagógica para propiciar el desarrollo de la psicomotricidad; (5) caracterizar intervenciones recientes para la mejora de la psicomotricidad; (6) establecer conclusiones referidas como ideas centrales respecto de la psicomotricidad en contextos escolares.

Conceptualizaciones de psicomotricidad, juego y aprendizaje

En este subcapítulo se presentan las conceptualizaciones del constructo psicomotricidad, juego y aprendizaje, aspectos claves cuya comprensión son clave para una adecuada profundización de estos en el contexto escolar, especialmente en las etapas del desarrollo referidas a la niñez y la adolescencia.

¿Qué entendemos por jugar?

EL juego es considerado un valioso recurso didáctico por la gran versatilidad que ofrece en el desarrollo psicomotor de los niños y el aprendizaje. Por esto, el juego podría alcanzar su máxima importancia inmerso en el contexto educativo. Por sus características, el juego puede adaptarse a diversos objetivos educativos, tipo de estudiantes y contextos (Baena & Ruiz, 2016).

Sin embargo, es necesario reflexionar que el concepto de juego ha cambiado de forma importante a lo largo de la historia (Ferrándiz, 2014). La palabra "juego", desde el punto de vista Etimológico procede de dos vocablos del latín: "iocus -i", que significa broma, chanza, gracia, chiste, y "lūdus,-i", que significa juego, diversión (Gallardo & Gallardo, 2018). En la literatura se pueden identificar

numerosas definiciones de este concepto, según las teorías clásicas, modernas y en función de la ciencia (ver Tabla 1).

Tabla 1. Definiciones clásicas, modernas y en función de la ciencia del concepto “juego”

Desde las definiciones clásicas el juego es:	
Teoría Metafísica (Platón, s. IV-III a.d.C)	Fuente de placer porque educa el conocimiento de la naturaleza humana. Es arte, expresión, lo que nos lleva bien lejos de los intereses y de lo rentable.
Teoría del Recreo (Schiller, 2005)	Una actividad cuya finalidad es el recreo. Consecuentemente contrasta con el trabajo y con la gravedad práctica de la vida.
Teoría del Sobrante o Sobrecarga de Energía (Spencer, 1861)	Liberar las energías sobrantes que se acumulan en las prácticas utilitarias.
Teoría del Descanso (Lazarus, 1883)	Un mecanismo de economía energética actuando como elemento compensador de las situaciones fatigosas.
Teoría del Ejercicio Preparatorio o de la Anticipación Funcional (Gross, 1902)	Ejercicio preparatorio para la vida adulta y que sirve como autoafirmación natural del niño. Por lo tanto, y desde una perspectiva madurativa, actúa como un mecanismo de estimulación del aprendizaje y del desarrollo.
Teoría del Atavismo o de la Recapitulación (Hall, 1904)	Es la semilla de generaciones anteriores que han persistido en el niño/a, por tanto, tendrían su génesis en las actividades de sus generaciones anteriores: carreras, capturas, luchas etc.
Teoría Catártica (Carr, 1925)	Es una salida inocente, actuando este como purga de las tendencias antisociales (creencia de que los impulsos preexistentes pueden ser nocivos).
Desde las definiciones modernas el juego es:	
Teoría de la Infancia (Buytendijk, 1935)	Es un impulso originado por el afán de libertad, de independencia, propios del individuo. Es un ingrediente más de la conducta humana que sirve al niño para descubrir al mundo y a sí mismo.
Teoría del placer funcional (Bühler, 1924)	Aquella actividad en la que hay placer funcional y es sostenida por este placer. Y explica que el placer no está en la repetición de un acto motor o juego, sino en el progreso ganado en cada repetición y en el dominio del acto.
Teoría Piagetiana del juego (Piaget, 1959)	Es parte del desarrollo evolutivo del niño/a. Desde esta perspectiva, clasifica el juego en tres grandes manifestaciones: (1) Juego sensoriomotor de 0 a 3 años; (2) Juego simbólico de 3 a 6 años; y (3) Juego de reglas.
Teoría Sociocultural del Juego (Elkonin, 1980)	Es histórica-cultural a partir de su naturaleza, y los niños/as en sus juegos, muestran comportamientos que tienen su referencia en la sociedad en la que viven.

En función de la ciencia o disciplina que la sustenta el juego es:

Teoría fisiológica (Baena, 2005; Ruiz, 1991)	Es descanso y placer en el niño o alumnado de Educación Física.
Teoría antropológica, social y cultural (Huizinga, 1998)	Es creador de cultura y aprendizaje a través de experiencias escolares o la propia vida.
Teoría biológica (Gross, 1902)	Es ejercicio o autoeducación.
Teorías Psicoanalíticas como la "teoría infantil" de Freud (1971)	Es el único medio de asimilar los traumas infantiles en cualquier contexto.
Teoría evolutiva de Wallon (1987)	Está cargado de representaciones semióticas, signos que prescriben tanto una actividad mental, como cultural, determinadas por una imitación diferida.

Otras definiciones

Huizinga (1998)	Es libertad y no implicación de obligatoriedad, el placer por la ejecución de determinadas actividades, el carácter superfluo y sin consecuencias prácticas en el niño/a que juega, la determinación en el espacio y en el tiempo de ejecución y, donde se efectúa.
García y cols. (1998)	Es de carácter voluntario y placentero, a la vez que motivador para el niño/a que lo practica de forma natural.

Nota. Elaboración propia a partir de (Baena & Ruiz, 2016)

En definitiva, resulta difícil precisar el concepto de juego, ya que no existe una única y universalmente aceptada definición de este que abarque todas sus características, incluso muchas veces es más fácil reconocerlo. Sin embargo, podemos decir que general las diferentes definiciones coinciden en que es una actividad lúdica, recreativa y placentera que se practica en las diferentes etapas del desarrollo. Los niños(as) juegan para divertirse, explorar los materiales y los objetos, también para experimentar y aprehender la realidad, para comprender y poner en práctica sus nuevos descubrimientos, para participar con otros, relacionarse con los demás y a desenvolverse en el mundo en el que viven (Gallardo & Gallardo, 2018).

Por lo anterior, el juego es fundamental para el desarrollo físico, intelectual, afectivo, social, emocional y moral a lo largo de la vida. A través de él, se desarrollan habilidades, destrezas y conocimientos. También incide de manera muy positiva en el desarrollo de la psicomotricidad, da información acerca del mundo exterior, fomenta la génesis intelectual y ayuda al descubrimiento de sí mismo (Gallardo &

Gallardo, 2018). Finalmente, el juego crea un medio esencial de interacción con los iguales y provoca el descubrimiento de nuevas sensaciones, sentimientos, emociones y deseos que van a estar presentes en muchos momentos del ciclo vital (Lavega, Filella, Lagardera, Mateu, & Ochoa, 2013).

¿Qué es la psicomotricidad?

La psicomotricidad tiene su origen en el siglo XIX, cuando se empiezan a estudiar los trastornos motores y su relación con las conductas del comportamiento humano en el plano cognitivo y motriz. Se encarga del estudio del desarrollo cognitivo y motriz del niño, considerada una tarea educativa, vista desde la interacción entre el conocimiento del objeto, la percepción de las emociones y las funciones motrices las cuales permiten el mejor desarrollo de los niños (as) y adolescentes, capacidad de moverse de forma espontánea, expresarse sin dificultad y relacionarse en el contexto social desde una construcción multidimensional de respeto hacia su propio cuerpo y el de los demás, es decir, se centra en el desarrollo integral del ser humano (Mendieta, Gayrey, Xiomara, & Vargas, 2019).

La psicomotricidad va más allá del estudio del movimiento en una etapa específica del ciclo vital y la relación de esta con el desarrollo motor y cognitivo, es además, la disciplina que estudia de forma holística el comportamiento de la persona, el espacio que transitan y se encuentran las emociones, el desarrollo de las habilidades y destrezas motrices que le servirán de anclaje para el aprendizaje de nuevas formas de movimiento, comunicación e interrelación social, donde se enseña el respeto y aceptación de su cuerpo y el de los demás. En definitiva la psicomotricidad es la disciplina que estudia el movimiento del sujeto y su relación con el desarrollo cognitivo (Mendieta et al., 2019)

Entendiendo la psicomotricidad desde un enfoque globalizado que conjuga la psicología y movimiento o también referido preferente por numerosos autores las áreas fundamentales de psiquismo y motricidad, el concepto de psicomotricidad no se puede contemplar desde un punto de vista aislado, sino que deben presentarse ambas áreas para que exista una interacción del niño/adolescente con el mundo que le rodea (Aguilar, Llamas, & López-Fernández, 2015).

Sin duda, es clara la existencia de una amplia gama de comprensiones de psicomotricidad en la que una gran variedad de teorías y enfoques científicos se

basan. Para algunos, la psicomotricidad implica una interrelación entre lo neuromotor y las funciones psíquicas en los seres humanos, para otros autores, se comprende como un conjunto de técnicas dirigidas a un desarrollo a partir de la educación de movimiento y gesto, lo que permiten hacer posible lograr la función simbólica y la interacción adecuada con el medio ambiente (Avilés, Borrego, López, López, & Díaz, 2018)

Aparece el concepto de desarrollo psicomotor entendido como el logro progresivo de habilidades relacionadas con las actividades mentales y motoras. Es la interrelación entre factores internos, es decir Maduración del sistema nervioso central y factores externos o relacionales, es decir estímulo, aprendizaje, factores socioeconómicos (H Teixeira, Abelairas-Gomez, & Arufe-Giráldez, 2015). Es decir, el desarrollo psicomotor desde la primera infancia influirá en el desarrollo holístico e integral de la persona a lo largo de la vida (Delgado-Lobete & Montes-Montes, 2017).

¿Cómo definimos aprender?

Las teorías más importantes referentes a una relación entre desarrollo y aprendizaje en el niño y adolescente, pueden agruparse esquemáticamente en tres categorías fundamentales de teorías que señalan (Vygotski, 1984): (1) independencia del proceso de desarrollo y del proceso de aprendizaje, es decir, proponen que el aprendizaje es un proceso puramente externo, paralelo en cierto modo al proceso de desarrollo del niño, pero que no participa activamente en este y no lo modifica en absoluto, y por tanto, el aprendizaje utiliza los resultados del desarrollo, en vez de adelantarse a su curso y de cambiar su dirección; (b) el aprendizaje es desarrollo, es decir existe un desarrollo paralelo al proceso de aprender, de modo que a cada etapa del aprendizaje corresponde una etapa del desarrollo, por tanto, se entiende que el desarrollo es el aprendizaje como la sombra al objeto que la proyecta; (c) conciliar los extremos de los dos primeros puntos de vista, haciéndolos coexistir, es decir, por una parte, el proceso de desarrollo está concebido como un proceso independiente del aprendizaje, pero por otra parte este mismo aprendizaje en el curso del desarrollo adquiere toda una nueva serie de formas de comportamiento que se considera coincide con el desarrollo. Esto implica una teoría dualista del desarrollo.

El aprendizaje, aunque es universal y se efectúa durante toda la vida, su estudio no ha sido fácil y ha dado origen no sólo a diferentes teorías para comprender lo que es fundamental en el proceso de aprendizaje, sino también diversidad de criterios para clasificar las diferentes teorías que se ocupan de su estudio (Coll, 1988). No obstante, es importante ser consciente que se deben matizar las traducciones de las diferentes teorías sobre el aprendizaje y los hallazgos de investigación psicológica para asegurar su pertinencia y adecuación a cada experiencia dentro de las aulas (Díaz & Hernández, 1999).

Una de las más recientes aportaciones al terreno del aprendizaje escolar y las intervenciones educativas es la concepción constructivista del aprendizaje. Constituye la convergencia de diferentes aproximaciones. En definitiva, desde esta perspectiva teórica, podemos entender el aprendizaje como el proceso de desarrollo armónico e integral de las distintas capacidades, destrezas y habilidades del ser humano (intelectuales, psicomotoras, aptitudinales, actitudinales, etc...). Aunque se habla de aprendizaje como proceso, no es un hecho, se trata de una serie de pasos concatenados que conducen a la integración y organización de ciertos contenidos, que van configurando una identidad de los estudiantes. Esta asimilación, integración y organización llevan, necesariamente, a un cambio, es decir, debe existir una diferencia entre la situación inicial y la final. En este caso desde esta teoría hablamos de aprender (Ortiz, 2015).

La Educación Psicomotriz desde un ámbito Pedagógico o en el marco educativo

Este subcapítulo tiene la finalidad de mostrar la importancia de la psicomotricidad en contextos de aprendizaje en las aulas escolares y dar cuenta del preponderante rol de los docentes como promotores del desarrollo de la psicomotricidad en sus estudiantes.

Importancia de la psicomotricidad en el aprendizaje en el aula

Existe a nivel conceptual, histórico y neuropsicológico bastante evidencia empírica que demuestra la relación existente entre psicomotricidad y aprendizaje (Aguilar et al., 2015).

De los factores que influyen en el aprendizaje en las etapas del desarrollo (niñez/adolescencia), la psicomotricidad tiene una alta relevancia. Por ejemplo: existe una implicación de las áreas motrices en la lectura y de forma más directa en la escritura (Aguilar et al., 2015); un nivel adecuado de desarrollo de forma física optimiza la salud cerebral (Chaddock-Heyman et al., 2014); la psicomotricidad es la forma más importante de promover el desarrollo, la evolución y preparación para la adquisición del aprendizaje de los estudiantes desde las etapas más tempranas del ciclo vital (Avilés et al., 2018); la exploración motora es un medio que permite la autoconciencia de los niños y la conciencia con el mundo exterior (H Teixeira et al., 2015); es crítica para el crecimiento y desarrollo normal de los niños y está claramente relacionada con el logro académico (Becker, McClelland, Loprinzi, & Trost, 2014). Estudios longitudinales han evidenciado la importancia del desarrollo psicomotor sobre las diferentes funciones emocional, conductual y social durante la etapa escolar (Peyre et al., 2019).

Con la evidencia demostrada de los beneficios que conlleva el desarrollo de la psicomotricidad, en el proceso de aprendizaje del estudiantado, se hace necesario que desde las instituciones educativas se contemple en el currículo programaciones destinadas a conseguir un desarrollo psicomotor idóneos y acordes con los rangos de edad del estudiantado (Aguilar et al., 2015). Por tanto, dentro del campo educativo, la psicomotricidad se vuelve cada vez más importante para el desarrollo personal del niño y se requiere incluir en los planes de estudios a partir de la Educación Infantil (Avilés et al., 2018).

Si bien, se recomienda incidir en que adquieran aprendizajes basados en unos objetivos, contenidos, metodología y evaluación de calidad, en muchas ocasiones el proceso de enseñanza-aprendizaje se lleva a cabo pero no se realizan las evaluaciones pertinentes para determinar posibles dificultades (Aguilar et al., 2015).

La detección temprana de retrasos psicomotores sobre los factores que contribuyen a las limitaciones y restricciones del desarrollo permite a los especialistas y educadores realizar los ajustes en los programas educativos y terapéuticos para ayudar a los niños a alcanzar su máximo potencial. La infancia es un periodo crítico en la ontogenia, y el asentamiento psicomotriz en esta etapa constituye la base del desarrollo futuro. En consecuencia, los retrasos sufridos en la primera infancia pueden tener efectos duraderos. La detección temprana de problemas en el desarrollo motor del niño permitiría conocer sus limitaciones y restricciones,

favoreciendo la intervención mediante ajustes en el programa educativo, de manera que el niño pueda alcanzar un desarrollo pleno. En este sentido las alteraciones psicomotoras en los primeros años de vida pueden tener impacto en el desempeño escolar del niño, afectando inevitablemente a su desarrollo integral.(Delgado, Montes, & Prieto, 2016). La escuela representa un importante espacio para la detección temprana de dificultades, evitando consecuencias negativas más adelante en el proceso de aprendizaje (Cueto et al., 2017).

La relevancia de la estimulación psicomotora desde etapas tempranas hasta etapas escolares más avanzadas como la adolescencia, queda de manifiesto no sólo cuando se trata de potenciar el desarrollo de la psicomotricidad, sino, además cuando se identifican dificultades en esta. Por esto, se ha promovido el diseño y la implementación de estrategias educativas y terapéuticas para asegurar el adecuado desarrollo de la psicomotricidad. Las estrategias implementadas para promover la estimulación psicomotora subrayan la necesidad de diseñar líneas de acción académicas y terapéuticas hacia las necesidades reales de los niños desde las primeras etapas escolares (Delgado-Lobete & Montes-Montes, 2017).

Programas de psicomotricidad escolar deben crear oportunidades para el desarrollo emocional, social y desarrollo motor. Comprende un enfoque de movimiento holístico, para mejorar todos los aspectos de los niños en crecimiento implicando habilidades y destrezas, que les da la potencialidad física y mental adaptarse a diversas condiciones y resolver los problemas que surjan durante la exploración del medio ambiente (Fotiadou, Neofotistou, Giagazoglou, & Tsimaras, 2017).

La educación psicomotora tiene el potencial de ser aplicada fácilmente en el entorno escolar, ya que comprende un enfoque educativo que estimula todos los sentidos a través de movimiento en un entorno natural sin ningún tipo específico equipo. Todos los materiales son fáciles de fabricar o de encontrar en cada ambiente escolar (Fotiadou et al., 2017)

El movimiento está en el corazón de la vida activa de los niños, a medida que avanzan en su autonomía en diferentes situaciones de la vida diaria. El desarrollo psicomotor a partir de la infancia busca proporcionar a los niños/adolescentes, varias habilidades necesarias para asegurar rendimiento escolar. Desarrollar habilidades específicas y necesarias de suma importancia para prevenir dificultades de aprendizaje (H Teixeira et al., 2015)

Docentes promotores del desarrollo de la psicomotricidad

Como ya hemos descrito (ver 3.2.1), la psicomotricidad en la etapa de educación Infantil y adolescente es fundamental. Durante este periodo se conforman aspectos relevantes para un desarrollo integral como la toma de conciencia de sí mismo, de su entorno, madurez intelectual y afectiva (Aguilar et al., 2015).

Si bien el contexto familiar juega un papel fundamental en esta etapa, no en menor medida el contexto escolar representa un rol protagonista. Por tanto, educadores deberán prestar al niño toda la ayuda posible para que éste proceda a asimilar e integrar todas las vivencias que le proporcionará este periodo. Un ambiente basado en la estimulación va a facilitar que el niño/adolescente se vea inmerso y sea partícipe de un enriquecedor proceso de enseñanza-aprendizaje (Aguilar et al., 2015).

Dado que la mayoría de los niños/adolescentes en etapa escolar son naturalmente curiosos, y en general les encanta jugar y explorar sus habilidades de movimiento, estas se aprenden muy fácilmente; especialmente cuando se propicia estimulación y oportunidades para jugar y estar físicamente activo. Siendo así, es muy recomendable crear oportunidades para que los niños experimenten diferentes prácticas motoras en lugares adecuados, equipados con materiales especializados y preparados para ejecutar actividades educativas específicas con sus profesores que los conocen y pueden tener en cuenta las características y necesidades individuales de cada estudiante (H Teixeira et al., 2015).

Aunque no se discute que los profesores de las diferentes disciplinas juega un papel relevante en la evaluación e intervención para mejorar el desarrollo psicomotor de sus estudiantes (Cueto et al., 2017), la literatura da cuenta de los desafíos que muchos profesores afrontan en las aulas respecto de este tema, siendo los más reiterados: (1) los docentes declaran una escasa formación en psicomotricidad, (2) proporción excesiva de estudiantes en aula, (3) falta de recursos (espacios físicos designados para esta práctica, escasez de tiempo y horarios inflexibles), estas problemáticas impactan negativamente en la motivación de muchos docentes, que deciden no incluir actividades que promuevan el desarrollo de la psicomotricidad en contextos de sus asignaturas en las aulas de clases (Cueto et al., 2017)

Esta panorámica está marcada por inadecuados niveles de frecuencia de actividades que tengan por finalidad la promoción de un desarrollo óptimo de la psicomotricidad. Sin embargo, también muchos profesores han descubierto cómo crear situaciones pedagógicas a través del juego, que posibiliten la experimentación real de sus estudiantes. No se trata tanto de dar consignas sobre el modo de hacer los diferentes ejercicios y juegos, sino más bien de sugerir a sus estudiantes que prueben a experimentarlos con el fin de conseguir distintos objetivos (Vera, Carmentate, & Toledo, 2019).

El rol de los docentes es muy importante, no sólo en la estimulación, sino también desempeñan un papel fundamental en el monitoreo del desarrollo psicomotor adecuado de los niños que permiten identificar tempranamente posibles dificultades. Por eso, el juego es un recurso potente que permite a los profesores de las diferentes disciplinas aportar al desarrollo de la psicomotricidad de sus estudiantes, y con esto además se avanza respecto de las dificultades antes mencionadas (Cueto et al., 2017).

Podemos establecer como recomendaciones al menos tres estrategias a considerar para la facilitación de la mejora de la psicomotricidad por parte de los docentes:

(a) propiciar un ambiente basado en la estimulación donde el estudiante se vea inmerso y sea partícipe del proceso de enseñanza-aprendizaje (Aguilar et al., 2015).

(b) crear situaciones pedagógicas a través del juego, que permitan la experimentación de sus estudiantes (Vera, Carmentate, & Toledo, 2019).

(c) monitorear el desarrollo psicomotor para identificar tempranamente posibles dificultades (Cueto et al., 2017).

El juego como herramienta pedagógica en el desarrollo de la psicomotricidad

La escuela desde las primeras etapas de formación tiene como propósito facilitar un contexto para el desarrollo integral del ser humano. Una de las tantas herramientas o estrategias pedagógicas es el juego, el cual se transforma en una estrategia lúdico-pedagógica que favorece el desarrollo integral del/la estudiante (Cortés & García, 2017). La actividad lúdica en la vida de los niños y adolescentes es trascendental para la enseñanza, los juegos en sus distintas expresiones

contribuyen notablemente en el aprendizaje y la potenciación motriz, convirtiéndose en una herramienta pedagógica de suma utilidad en las distintas disciplinas escolares proporcionando resultados positivos en la formación personal del ser humano (Sailema et al., 2017)

Desde este punto de vista, cualquier juego motor se convierte en un escenario extraordinario para fomentar las diversas competencias de los/las estudiantes (Lavega, Prat, Sáez, Serna, & Muñoz-Arroyave, 2018). Desde la pedagogía se invita a los docentes para aplicar el juego como herramienta permanente de formación que permita dinamizar y articular los contenidos y acciones en educación integral (Cortés & Garcia, 2017).

El juegos brinda enormes beneficios al ser humano y se considera una de las estrategias pedagógicas más sobresalientes puesto que infieren en las múltiples áreas del desarrollo y el aprendizaje (Lavega et al., 2018). El juego potencia variedades de habilidades del pensamiento, permite expresiones artísticas heterogéneas, promueve un ambiente motivador, fomenta el ejercicio, logra la interiorización de valores, contribuye a la expresión de emociones, conlleva el autoconocimiento de las propias capacidades y las de los demás, permite situaciones para que el niño acepte el mundo que lo rodea y se acepte así mismo, entre otras innumerables bondades (Cortés & Garcia, 2017). El niño es capaz de realizar un sinnúmero de actividades desde el juego, tomando al movimiento como base de la enseñanza motor-perceptivo-cognitivo y las capacidades de pensar para actuar, señalando al juego una de las mejores oportunidades para mejorar tales capacidades (Mendieta et al., 2019). Por tanto, podemos decir que el juego, contribuye positiva y significativamente al desarrollo integral en la etapa infantil y adolescencia y por ende se considera un importante vehículo que tienen los profesionales de la educación para enseñar nuevos conceptos, habilidades y experiencias (Gallardo & Gallardo, 2018)

En definitiva, es fundamental realizar un ejercicio pedagógico en base a juegos didácticos, creativos, apropiados, con objetivos claros y además, que sean atractivos para los estudiantes, convirtiendo el aula de clases en un espacio para el descubrimiento, el conocimiento, la diversidad y la formación integral (Cortés & Garcia, 2017). El juego ofrece al profesor el medio para conocer mejor a sus estudiantes en sus fortalezas y debilidades, y por tanto renovar los métodos pedagógicos en consistencia con los ajustes requeridos que respondan a las características de su grupo de estudiantes (Delgado-Mero, 2016)

La incorporación del juego en los procesos de enseñanza y aprendizaje implican que el docente avance a un cambio radical de su rol en el aula, dando paso a la participación y a la construcción con sus educandos (Delgado-Mero, 2016). Hasta hace no mucho tiempo, no se valoraba adecuadamente el juego dentro del proceso de interaprendizaje, sin embargo, hoy el juego es considerado fundamental en el desarrollo de las personas como construcción individual y social (Mendieta et al., 2019). El juego ofrece múltiples posibilidades para abordar los contenidos curriculares de Educación en la etapa de la infancia y la adolescencia. En estas etapas educativas, el juego se utiliza como estrategia motivadora para el aprendizaje de los temas de las áreas curriculares que se imparten en el aula. EL juego es sin duda una herramienta pedagógica primordial en educación (Gallardo & Gallardo, 2018).

Formas de intervención y medición de la psicomotricidad en contextos escolares

Actualmente, existen múltiples intervenciones sobre el desarrollo psicomotor en contextos académicos (Cueto et al., 2017). La investigación en esta área evidencia un creciente número de trabajos en estudiantes con desarrollo típico, y también con condiciones específicas del desarrollo psicomotor (Delgado et al., 2016). La literatura respalda el efecto positivo que tiene el diseño e implementación de programas e intervenciones que tienen por objetivo promover la psicomotricidad en estudiantes en etapa infantil y adolescente. La intervención psicomotora plantea como propósito ayudar a que el/la estudiante construya representaciones internas, teniendo en cuenta un concepto global e integral basado en el desarrollo como una unidad de movimiento, experiencia, sentimiento y acción, y comprendiendo el juego como uno de los principales aliados para cumplir con tal propósito (Sepúlveda-Villegas, Umaña-López, & Becerra, 2018).

Aun cuando la evidencia de intervenciones ha crecido, los estudios declaran algunas limitaciones. Por lo tanto, es de gran relevancia que la comunidad de investigadores siga avanzando en el desarrollo de experiencias de intervención a partir de las primeras etapas del desarrollo hasta la adolescencia en contextos de aprendizaje en las instituciones educativas (Fotiadou et al., 2017)

La tabla 2 presenta seis ejemplos de intervenciones recientes (últimos 5 años) y se describen los siguientes aspectos: (a) país correspondiente a la nacionalidad de los estudiantes que participan en los estudios, (b) muestra total, (c) se identifica si los estudiantes presentan una condición específica o presentan un desarrollo típico, (d) se describe el objetivo del estudio, (e) se identifica el instrumento usado para medir aspectos del desarrollo psicomotor, (f) finalmente se describe brevemente la intervención realizada.

Tabla 2. Descripción de intervenciones en psicomotricidad en contextos escolares en niños con y sin condiciones específicas

Cita	País /n/ Condición específica	Objetivo	Instrumento (nombre, características)	Intervención (descripción)
Hélder Teixeira, Abelairas Gomez, Arufe Giráldez, Pazos-Couto, & Barcala Furelos, 2015	Portugal /324/ Desarroll o típico	Investigar la influencia de un plan estructurado de Educación Física en el desarrollo psicomotor de estudiantes de preescolar.	Prueba de evaluación psicomotora basado basadas en la teoría de las edades psicomotoras de Le Boulch (1981) y mide 5 habilidades psicomotoras (AUTORES) (1) Coordinación y equilibrio (Coordinación, equilibrio); (2) Esquema corporal (Dibujo de la figura humana de sí mismo, Relajación, Conocimiento del cuerpo, actitudes de limitación); (3) Lateralidad (dominio manual, ocular y de los pies); (4) Organización espacial (conocimiento de los términos espaciales, adaptación y organización espacial, relaciones espaciales, reproducción de estructuras espaciales); (5) Organización temporal (reconocimiento de nociones temporales, secuencia lógica del tiempo, ritmo)	Plan estructurado de lecciones de educación física, basado en los principios psicomotores, mejorarían el desarrollo general de los niños y la conciencia corporal. Consistió en dos sesiones de 45 minutos dos veces por semana durante 6 meses, 48 sesiones en total.

Das, Deepeshwar, Subramanya & Manjunath, 2016	India /210/ Desarrollo típico	Evaluar el efecto de una intervención de yoga sobre el rendimiento psicomotor y la autoeficacia en escolares	Tareas-A y -B (TMT). Instrumento que refleja diversos procesos cognitivos, incluida la atención, la búsqueda visual y escaneo, secuenciación y desplazamiento, velocidad psicomotora, abstracción, flexibilidad, capacidad de ejecutar y modificar un plan de acción, y capacidad de mantener dos trenes de pensamientos simultáneamente.	Programa Yoga llamado "Campamento de desarrollo de la personalidad" de 10 días diseñado para niños menores de 17 años. La rutina consistía en posturas físicas (Asanas), respiración voluntaria regulada (Pranayama), meditación (Dhyana), técnicas de relajación, prácticas de limpieza interna (Kriyas) y recitación himnos de textos tradicionales de yoga, música, juegos de yoga y feliz montaje. Las kriyas son ejercicios de limpieza yóguica, que se realizan para limpiar el cuerpo y ayudar con la eliminación natural de productos de desecho.
Grilo, Henriques, Correia, & Grilo, 2015	Portugal /21/ TDH	Analizar si los cambios en los niveles del perfil psicomotor son estadísticamente significativos para demostrar la utilidad de la terapia psicomotora en niños con TDAH	Psychomotor Battery (PMB). Esta prueba toma aproximadamente 30 a 40 minutos, se basa en la observación y es útil para la identificación de trastornos psicomotores,	La terapia psicomotora se puede aplicar a los niños de 4 a 12 años. Consta de varias tareas que permiten una observación dinámica y evaluación de siete factores psicomotores diferentes agrupados en tres unidades funcionales cerebrales que están involucradas en los procesos

				mentales: Tono (T), Balance (B), Lateralización (L), Noción del cuerpo (NB), Estructura espacio-temporal (STS), Global Praxis (GP) y Fine Praxis (FP). Cada factor psicomotor se califica en una escala de uno a cuatro puntos y clasificados como Apraxia, Dispraxia, Eupraxia o Hiperpraxia.
Grzywniak, 2016	Polonia /27/	Presentar la aparición de reflejos primitivos en niños con dificultades de aprendizaje y establecer si estas son las formas vestigiales de reflejos primitivos que ocurren en el caso de niños en edad escolar sufriendo dificultades de aprendizaje.	1. Pruebas de los músculos grandes 2. Prueba de equilibrio 3. Pruebas que investigan los reflejos 4. Prueba de Tansley y 5. Prueba de Bender-GestaltLa prueba se evalúa en una escala de cinco grados, en la que un el resultado de "0" significa que la tarea se realizó de manera correcta, de 1 punto de que el 75% de la tarea se realizó de manera correcta, de 2 puntos: que la tarea se realizó solo correctamente en un 50%, de 3 puntos, que la tarea fue realizada solo con un grado de corrección del 25% y de 4 puntos: que la tarea no se realizó en absoluto. La descripción detallada de la herramienta de investigación puede ser encontrado en el estudio (Goddard 2002, 2006).	Este programa estaba compuesto por la coordinación de pruebas de músculos grandes y de equilibrio, que investigan los reflejos, y también de la Prueba de Tansley y la Prueba de Bender-Gestalt.

Nota. Las referencias que aparecen en el nombre del instrumento, no se agregaran a las referencias de este capítulo, si se desea profundizar, se recomienda ir a la fuente primaria, es decir al artículo que se está analizando.

Existen diferentes tipos de instrumentos para evaluar la psicomotricidad que han sido utilizados en numerosos estudios e investigaciones, para dar cuenta del perfil psicomotor de los estudiantes. El objetivo de estos a buscado establecer parámetros de desarrollo psicomotor. La singular importancia del desarrollo psicomotor desde

el nacimiento hace que sea esencial confiar en evaluación estandarizada y parámetros de seguimiento de dicho desarrollo que además permitan la comparación. Sin embargo, contar con instrumentos apropiados para la evaluación de la psicomotricidad desde la primera infancia a la adolescencia en contextos educativos, son desafíos pendientes (Avilés et al., 2018).

Además, la literatura da cuenta que existe un importante número de niños en edad escolar que no han recibido evaluación psicomotora antes de la escuela, por lo tanto, este antecedente evidencia más aun la importancia de la evaluación psicomotora en la educación temprana (Cueto et al., 2017). Conocer las características psicomotoras de la población infantil, es primordial para el diseño de estrategias adecuadas de intervención educativa y/o terapéutica, que respondan a las necesidades específicas de los estudiantes (Delgado-Lobete & Montes-Montes, 2017).

Ideas centrales

Este capítulo tuvo por objetivo general analizar aspectos relevantes de la psicomotricidad en contextos educativos en etapas de desarrollo infantil y adolescencia. Invitamos a reflexionar en las siguientes conclusiones que hemos denominado “ideas centrales”

- (a) La psicomotricidad tiene múltiples beneficios para los ámbitos cognitivos, emocionales, motores y sociales del ser humano.
- (b) Las instituciones educativas tienen por desafío propiciar un desarrollo psicomotor adecuado de los/las estudiantes, para lograr un desarrollo integral.
- (c) Los profesores tienen un rol determinante en propiciar ambientes para la facilitación del desarrollo psicomotor, monitorear el nivel y progreso de este en sus estudiantes e implementar diferentes estrategias didácticas que promuevan la mejora de esta capacidad.
- (d) El juego es considerada una herramienta educativa por excelencia para el desarrollo de la psicomotricidad y el aprendizaje en las aulas escolares.

CAPITULO 4

Actividad física, ejercicio, aprendizaje y cerebro

Igor Cigarroa Cuevas

Introducción

Tener un estilo de activo es esencial para mantener y promover la salud cualquier persona: caminar o andar en bicicleta de ida y vuelta al colegio o lugar del trabajo en reemplazo de ir en automóvil, subir escaleras en vez de tomar las escaleras mecánicas o el ascensor, hacer ejercicio o practicar un deporte como correr, nadar o jugar fútbol en vez de pasar el rato en el celular/Tablet o viendo series no deberían ser modas pasajeras o actividades casuales sino hábitos en nuestras vidas. Moverse, en definitiva, es básico en las distintas etapas del desarrollo, tanto en el aspecto físico como en el emocional, especialmente durante los primeros años de vida, que es cuando estamos en una etapa de gran crecimiento corporal y de desarrollo y adquisición de hábitos saludables que nos acompañarán a lo largo de toda la vida. Nuestros genes están diseñados para que estemos en constante movimiento, nos fue heredado de nuestros antepasados de las cavernas que necesitaban moverse para cazar, recolectar comida, para mantenerse seguros, básicamente para sobrevivir. Precisamos del movimiento para nuestro crecimiento, consolidación anatómica y funcional en nuestros primeros años de vida y luego a medida que pasan los años lo necesitamos para desarrollarnos, mantenernos en forma, funcionales, autónomos, sanos.

La práctica de una actividad física y mental, que divierta y forme, es un hecho natural en la vida del niño con un fin eminentemente explorador y de aprendizaje. Esta actividad, asumida en general como juego, ofrece al niño momentos felices que estimulan su desarrollo. En una etapa de la historia en la que los niños son verdaderos nativos digitales, el uso, y en ocasiones abuso, de las tabletas, videojuegos y otros dispositivos móviles hace que el tiempo que dedican al ejercicio sea cada vez menor. Esta tendencia, junto a la falta de áreas verdes para el juego, espacios públicos de recreación, gimnasios, polideportivos para la iniciación y desarrollo de la práctica deportiva y la disminución de horas de educación física en los centros educativos, contribuye al constante incremento de patologías como la obesidad, diabetes, hipertensión, dislipidemia.

Según la Encuesta Nacional de Salud 2016 el 86,7% de la población es sedentaria (proporción mayor en mujeres que en hombres 90% vs 83,3%). Si a este dato le agregamos que la gran mayoría de los niños solo realizan la actividad asociada a la clase de educación física en la escuela y que disminuyen su práctica de actividad física moderada y vigorosa progresivamente al pasar de la infancia a la

adolescencia, acentuándose a los 9 años, tanto en niños como en niñas, quedamos muy lejanos del tiempo mínimo de 60 minutos diarios de actividad física recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para niños de 5-17 años y de 150 minutos semanales para la población de 18-64 años. Con estas conductas se está generando una población con un gran desbalance energético, cada vez más sedentaria y con una mayor prevalencia de malnutrición por exceso (sobrepeso y obesidad). Una muestra de ello es que en Chile en los últimos 40 años se haya aumentado la obesidad tipo 1 (IMC 30,0-34,9 kg/m²) en 10,8% y 9,1% en hombres y mujeres, respectivamente. En particular, la población infantil, que será nuestra población de interés en este capítulo, tiene altos niveles de malnutrición por exceso infantil (34,4% hombres y 33,7% mujeres), transformando a Chile actualmente en el 6º país miembro de la OCDE con mayor malnutrición infantil. La falta de estilos de vida activos está sembrando en nuestra sociedad niños menos saludables y que en el futuro serán adultos enfermos, por lo que se hace vital incorporar desde edades muy tempranas la práctica regular de actividad física y una sana alimentación como parte de nuestro estilo de vida.

Si hablamos sobre los beneficios de la actividad o ejercicio físico o del deporte, difícilmente alguien podrá rebatir que la actividad física y la práctica de algún tipo de deporte no son promotores de efectos positivos en la salud física de los niños. Sin ir muy lejos, la participación regular y constante en actividades físicas en la niñez está asociada en un futuro con un descenso en el riesgo cardiovascular, una menor probabilidad de ser obesos o sucumbir a hábitos tóxicos poco saludables y de padecer enfermedades inflamatorias en la juventud y la adultez. Además, hay abundante evidencia que indica que la actividad física tiene efectos beneficiosos en patologías mentales como la depresión, en trastornos de la infancia como el trastorno por déficit atencional con hiperactividad (TDAH) principalmente mejorando la calidad de vida y el estado de ánimo. En esta línea, la nueva pauta de recomendaciones de actividad física del Reino Unido (UK Chief Medical Officers' Physical Activity Guidelines 2019) para niños y adolescentes (5-18 años) sugieren que la actividad física regular de al menos 60 minutos por día tiene efectos positivos en la confianza, habilidades sociales, mejora la concentración y el aprendizaje, la capacidad cardiovascular y el sueño de los niños, niñas y adolescentes, así como también contribuye a que tengan un estado de peso saludable y a fortalecer sus músculos y huesos (figura 6).

Adicionalmente, evidencia robusta indica que la práctica de una actividad física de una forma habitual está asociada a un mejor rendimiento académico (RA) y a un enriquecimiento de estructuras cognitivas y funciones cerebrales. A modo de ejemplo, en un estudio realizado por Davis et al. (2011) sobre 171 niños con sobrepeso (IMC= 26 ± 4.6 kg/m²) entre 7 y 11 años, encontraron que, tras un programa de 13 semanas de ejercicio aeróbico, hubo un beneficio sobre la capacidad de planificación. En esta línea, otros trabajos se han centrado en valorar aspectos de la condición física y su relación con las funciones ejecutivas. Buck, Hillman y Castelli (2008) consideraron, tras un estudio con preadolescentes entre 7 y 12 años, que la capacidad aeróbica estaba relacionada positivamente con la flexibilidad cognitiva. Por su parte, Rigoli, Piek, Kane y Oosterlaan (2012), en un trabajo con 93 adolescentes de edades comprendidas entre los 12 y 16 años, encontraron relaciones de la coordinación motora con la memoria de trabajo y la inhibición. Del mismo modo, sobre esta última habilidad, Wu et al. (2011) encontraron resultados positivos tras realizar un estudio con 48 preadolescentes de entre 8 y 11 años, en el que relacionaban los resultados de una tarea de control cognitivo con el consumo de oxígeno máximo.

Contrariamente, comportamientos sedentarios podrían perjudicar el desarrollo cerebral y cognitivo de los niños y niñas. Es esta línea, los preescolares que pasan más tiempo frente a una pantalla podrían desarrollar conexiones cerebrales menos eficientes. Un estudio publicado en la revista *JAMA Pediatrics* (2019) mostró que los niños que pasan más tiempo frente a una pantalla tienen una menor integridad estructural de la materia blanca en áreas del cerebro, o conexiones cerebrales (medido a través de resonancia magnética), relacionadas con el lenguaje, la alfabetización, la imaginación y la función ejecutiva.

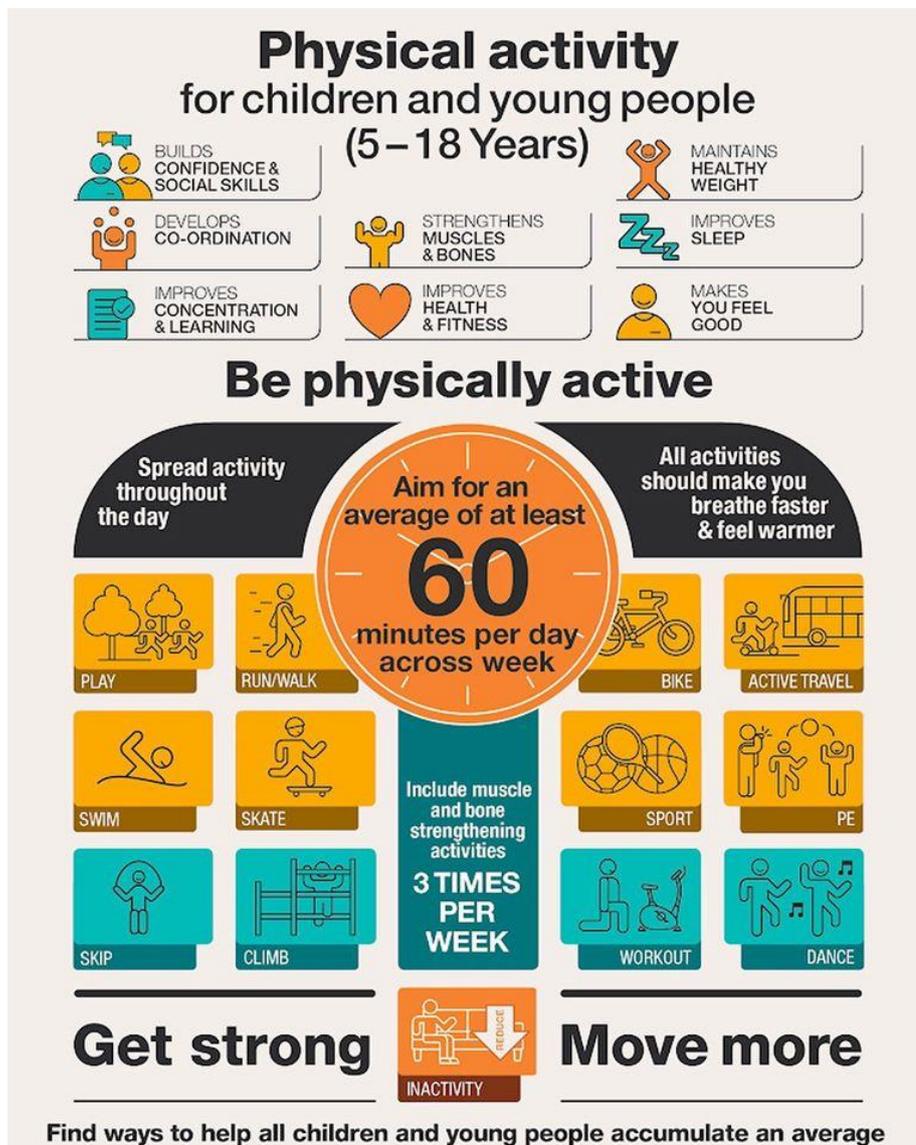


Figura 6. Recomendaciones de actividad física para niños y niñas de 5-18 años.

El impacto de la práctica física sobre el rendimiento cognitivo, y en concreto sobre las funciones ejecutivas, puede proceder de las demandas cognitivas inherentes al ejercicio, los cambios fisiológicos producidos en el cerebro y las implicaciones cognitivas existentes cuando se realiza una tarea motora compleja. En la actualidad, existen distintas vías fisiológicas que explican los mecanismos implicados en los efectos beneficiosos de la práctica de ejercicio físico en las funciones cognitivas.

Aunque finalmente, todas estas hipótesis se sustentan en la plasticidad neuronal y la neurogénesis hipocampal. A lo largo del capítulo se escribirá más sobre esto.

Antes de comenzar a hablar sobre los efectos que provoca específicamente la práctica del ejercicio físico en nuestro cerebro, es conveniente que conozcamos o recordemos cómo el cerebro puede moldearse en función del entorno y la experiencia y cuáles son los mecanismos cerebrales que hay detrás de ello. De esta forma, podremos entender mucho mejor el papel que juega la práctica de ejercicio físico en el «recableamiento» de nuestras neuronas y, en consecuencia, en el aprendizaje.

Plasticidad neuronal: el escultor del cerebro

Hace 30 años los científicos que comenzaban a introducirse en el mundo de la neurociencia pensaban que el sistema nervioso central y particularmente las estructuras cerebrales se desarrollaban durante la gestación y los primeros años de vida y que posteriormente no había mucho espacio para cambios o para el nacimiento de nuevas células nerviosas. Actualmente, sabemos que este razonamiento no es del todo correcto. En el cerebro adulto existe una enorme capacidad para el cambio, presentando algunas zonas que siguen siendo permeables y maleables en la adultez al igual como lo eran en la niñez, limitada solo por el declive natural dado en el proceso de envejecimiento fisiológico. Esta posibilidad de flexibilidad se debe a una capacidad del SN llamada plasticidad neuronal o neuroplasticidad.

En palabras simples ¿Qué se entiende por neuroplasticidad? Es la capacidad que tiene el SN para adaptarse a situaciones cambiantes. Esto sucede normalmente en todos los cerebros cada vez que aprendemos algo nuevo (como aprender a hablar o caminar cuando somos bebés, cuando aprendemos a patear una pelota siendo niños o cuando aprendemos a manejar cuando somos adultos) o por otro lado también cuando el cerebro se adapta y encuentra nuevas formas de aprendizaje tras sufrir una lesión, como en el caso de un accidente vascular encefálico (AVE). Por lo general los cambios en el cerebro se producen en función del uso. La máxima «lo que no se usa se pierde» se aplica muy bien para las funciones y estructuras del cerebro. Normalmente, a diferencia de los computadores que tenemos en nuestras casas, no podemos aprender una nueva habilidad o destreza y conservarla para siempre. Si no practicamos constantemente una habilidad aprendida de seguro esta

se perderá y tendremos que «repracticarla» si deseamos recuperarla nuevamente. El cerebro vive al ritmo de los tiempos y se va adaptando continuamente al entorno donde le ha tocado nacer, desarrollarse y madurar.

¿Cómo el cerebro puede ser plástico?

Como acabamos de decir, el cerebro adulto sigue siendo plástico y maleable en zonas con circuitos cerebrales que no vienen 100% desarrollados desde el nacimiento y cuya interacción con el entorno y las personas es mucho más crítica para desplegar todo su potencial (esto es el caso de las áreas encargadas de las emociones y la planificación e ideación de las tareas, por dar algunos ejemplos). Esta plasticidad cerebral implica que las conexiones que existen entre las neuronas tampoco tienen que ser fijas y, por el contrario, deben permitir cambios en función del uso que le demos. Toda la comunicación entre las neuronas ocurre en la sinapsis. Específicamente, en la unión que se da entre los botones terminales de las neuronas presinápticas con las espinas dendríticas de las neuronas postsinápticas. Pues bien, bajo determinadas condiciones, las espinas dendríticas se retraen e interrumpen el contacto y en otras circunstancias crecen (ellas u otras espinas nuevas) para formar un contacto nuevo. Investigaciones llevadas a cabo por los investigadores Leif Finkel y Gerald Edelman mostraron que las neuronas no actúan de manera aislada, sino que interactúan con muchas otras y forman redes neuronales. Las neuronas se organizan en grupos, cada uno de los cuales se acaba especializando en el procesamiento de un tipo de estímulo (por ejemplo, el área somatosensorial del cerebro se encarga de procesar los estímulos táctiles. Recuerde cuando toca con su mano una manzana y siente su textura y turgencia, pudiendo reconocer incluso si la fruta estaba madura o no, o recuerde cuando algo ligero como un pincel o una pluma le ha rozado su mano o brazo y puede notar su suavidad y ligereza al tacto). Si se estimula repetidamente el grupo de neuronas, las conexiones se vuelven cada vez más fuertes y finalmente el grupo activado llegará a especializarse exclusivamente en el procesamiento de un sentido. Para explicar este tipo de procesos, el neurofisiólogo e iniciador de la psicobiología Donald Hebb propuso en su famoso libro *The organization of behavior* (La organización del comportamiento), del año 1949, que «cuando un axón de una célula A está lo bastante cerca para estimular la célula B, y repetida o persistentemente toma parte en la descarga de esta, tiene lugar cierto proceso de crecimiento o cambio metabólico en una o ambas células de tal modo que aumenta

la eficacia de la A como célula que origina la descarga de B». Esto significa que cuando una neurona envía señales a otra, y esta segunda neurona resulta activada, se refuerza la conexión entre las dos. Cuanto más active una neurona a otra, más fuerte se vuelve la conexión entre ambas (ver figura 7).

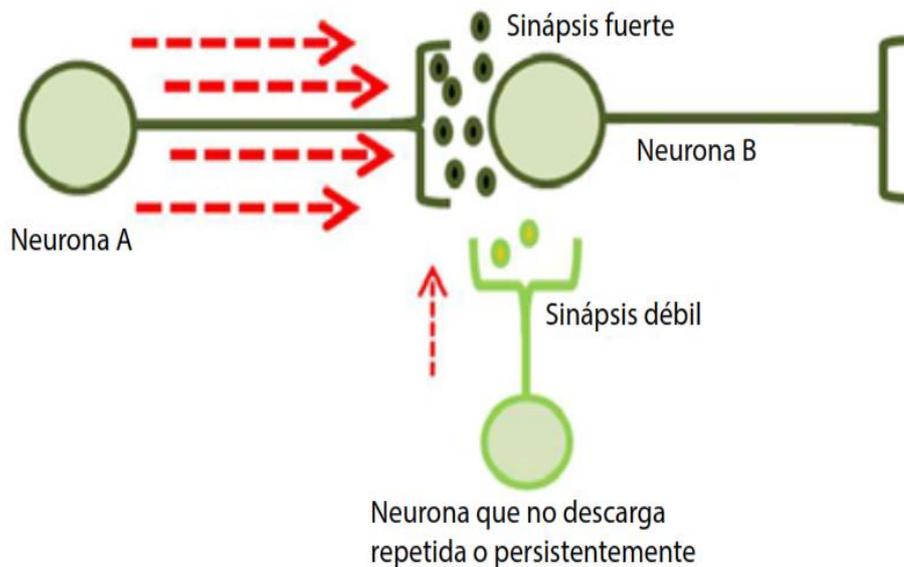


Figura 7. Representación esquemática del aprendizaje hebbiano (elaboración propia).

Esta idea sobre la posibilidad de que el cerebro puede «recablear ligeramente su estructura física» en función de la experiencia recibe el nombre de aprendizaje hebbiano, en honor a quien lo propuso. El postulado nació para explicar la base celular del aprendizaje y la memoria, pero el concepto general es aplicado para modificaciones prolongadas en la potenciación sináptica, incluidas las que se producen en el desarrollo de los circuitos neurales. Lo interesante es que la teoría sobre el aprendizaje hebbiano y de cómo las neuronas adaptan sus conexiones se ha podido estudiar con neuronas in vivo revelando el mecanismo fisiológico mediante el cual se produce este aprendizaje. Este mecanismo se llama potenciación a largo plazo (PLP).

Potenciación a largo plazo (PLP)

El aprendizaje duradero o la potenciación a largo plazo se define como el proceso físico real del aprendizaje. Desde su descubrimiento en 1973 por Tim Bliss y Terje Lomo en la estructura cerebral llamada hipocampo (hablaremos después de esta estructura cerebral muy importante en la memoria y aprendizaje) incontables experimentos han definido su complejidad. Brevemente, una célula es estimulada eléctricamente repetidas veces hasta que excita a una célula cercana. Si poco tiempo después se aplica un estímulo más débil a la célula vecina, se incrementa la capacidad de la célula para excitarse. Dependiendo el tipo de neurotransmisores que la neurona descargue, la actividad neuronal puede tener un efecto excitador o inhibitor. De esta forma, al suprimir un proceso inhibitor se puede generar su activación.

Depresión a largo plazo (DLP)

Otro efecto que se puede entender con este mecanismo de aprendizaje de las neuronas es la depresión a largo plazo (DLP), aquí el proceso es contrario a la potenciación a largo plazo, y se produce cuando se altera una sinapsis de modo que es menos probable su activación. De esta forma, se hace menos probable la conexión por error y se fomenta un aprendizaje más rápido. Esto se produce cuando aprendemos por ensayo y error. Recuerde por ejemplo cuando comenzó a dar sus primeras vueltas en bicicleta. De fábrica las bicicletas traen la manilla del freno delantero en el lado izquierdo y el trasero en el lado derecho del manubrio. Si este dato no lo sabes y deseas frenar porque vas tomando demasiada velocidad, de seguro apretarás el primer freno que tengas a mano, si por casualidad es el izquierdo, la rueda delantera va a detenerse bruscamente y lo más probable es que te veas en el suelo. Este tipo de errores de aprendizaje que generan daño físico, por lo general, no se olvidan y se sacan muchas lecciones de ello. Dicho de un modo fisiológico, las células cambian su receptividad a los mensajes basándose en la estimulación previa. Si la estimulación se hace en forma repetida una vía neuronal se fortalecerá, pero por el contrario si se deja de usar se debilitará y perderá con el tiempo. Es como si las células hubiesen aprendido y cambiado su conducta. La PLP origina conexiones más fuertes entre las células nerviosas y da lugar a cambios perdurables en las conexiones sinápticas. Este fenómeno se podría considerar

como uno de los principales mecanismos celulares de la neuroplasticidad que subyace al aprendizaje y la memoria. Otra descripción de la PLP procede de investigaciones de aprendizaje de habituación, sensibilización y asociación realizadas por Eric Kandell y sus colaboradores en la famosa babosa marina *Aplysia Californica* (sobre tipos de aprendizaje profundizaremos más adelante). Recordaremos solo el experimento de tipo asociativo como ejemplo: estos investigadores observaron que las conexiones neuronales del animal se fortalecían a medida que este aprendía a asociar la comida que no le gustaba con la presencia de un rayo de luz. Además, advirtieron que, si se estimulaban a la vez dos neuronas conectadas, la cantidad de neurotransmisores que pasaban de una a otra podía duplicarse. La plasticidad neuronal fue capaz de inducir cambios en la liberación de neurotransmisores que luego se reflejaban en la conducta del animal. Así pues, no solo la estructura física del cerebro cambia ligeramente con la experiencia, sino que el aprendizaje modifica también sus características químicas. Ahora bien, el mismo reclutamiento de nuevas neuronas y aumento de neurotransmisores que median estos tipos de aprendizaje a corto plazo subyacen también al aprendizaje a largo plazo, aunque la duración prolongada de esta forma de plasticidad se debe evidentemente a cambios en la expresión génica y por tanto a la síntesis de proteínas. Dicho de otra forma, la PLP y DLP pueden modificar brevemente la sinapsis, pero no proporcionan la base para la memoria u otras manifestaciones de la conducta que se mantienen por meses o años. Además de los estudios celulares y moleculares de la sinapsis, en la actualidad se sabe que existe plasticidad de los mapas corticales en el cerebro humano adulto (se hablará un poco más cuando se hable sobre las modificaciones estructurales del cerebro). Michael Merzenich, Jon Kaas y Doug Rasmusson a inicios de los años 80 encontraron —y esto ha sido ya confirmado por una gran cantidad de estudios posteriores— que los mapas topográficos en la corteza somatosensorial de monos adultos eran capaces de reorganizarse apreciablemente si se veían privados de uno de sus «input sensoriales». Merzenich y sus colaboradores definieron detalladamente la organización espacial normal de los mapas topográficos en las regiones motoras y somatosensorial de monos adultos antes y después de la amputación del tercer dedo de una mano. Antes de la amputación, había cinco áreas distintas, correspondientes a cada dedo de la mano experimental. Sesenta y dos días después de la amputación del tercer dedo, el área en el mapa cortical anteriormente ocupada por ese dedo había sido invadida por las zonas anteriormente adyacentes segundo y cuarto dedo. Las áreas que representan el dedo uno y quinto no se

encuentran directamente juntas a la zona que representa el tercer dedo, por lo que estas regiones se mantuvieron, en su mayor parte, sin cambios después de la amputación. Este estudio demostró que aquellas regiones que bordean un área determinada invadirán y modificarán el mapa cortical. Estos cambios en la corteza somatosensorial también se han visto debido a cambios en respuesta a alteraciones fisiológicas en la experiencia sensitiva o motora. Por ejemplo, al entrenar a un mono para utilizar un dedo específico para una tarea particular que se repite muchas veces. La representación del dedo se amplía a expensas de los otros. Cambios sinápticos a nivel químico y estructural también se han visto en humanos. En la actualidad, se han identificado genes específicos que activan la formación de recuerdos y se ha descubierto que en zonas específicas del cerebro (bulbo olfatorio y el hipocampo) se genera neurogénesis en el cerebro adulto. Aunque estas neuronas nuevas son fundamentalmente neuronas de circuitos locales o interneuronas y en la actualidad no se conoce con claridad su función se cree que podrían jugar un rol importante en el aprendizaje y memoria. La estructura cerebral más estudiada para entender los mecanismos celulares que existen detrás del aprendizaje y la memoria es el hipocampo.

Hipocampo

Es una estructura cerebral de pequeño tamaño ubicada al interior del lóbulo temporal, que mide de 3,5 a 4 cm de longitud anteroposterior, que al observarla en un corte coronal del cuerno inferior se puede ver que se parece al «caballito de mar», y de ahí el nombre de «hipocampo». Esta estructura es muy importante en procesos de memoria y aprendizaje (ver figura 8). El hipocampo nos ayuda a recordar dónde están las cosas o nuestro camino a casa. Investigaciones en ratas han demostrado que las denominadas células del lugar del hipocampo se activan cuando el animal se desplaza por un entorno: cada célula responde a una localización específica. Recientes estudios de John O`Keefe (ganador del premio Nobel de Medicina en 2014) han confirmado que el hipocampo almacena recuerdos espaciales también en humanos.

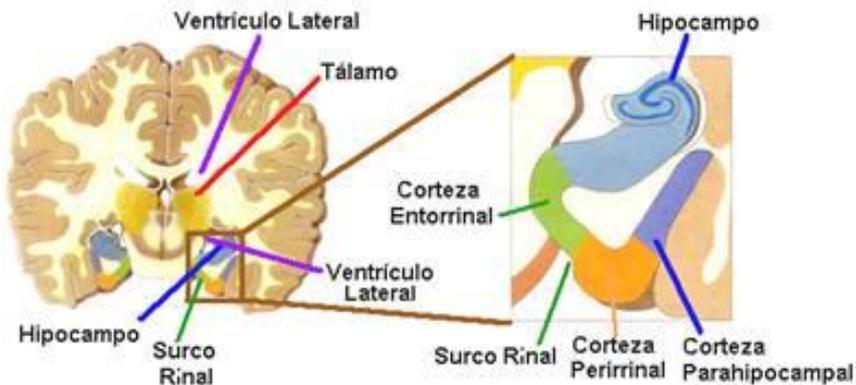


Figura 8. Corte coronal del cerebro donde se puede apreciar el hipocampo y sus áreas más importantes.

Investigaciones en animales y humanos han demostrado que uno de los principales promotores de cambios plásticos que estimula el aprendizaje es el ejercicio físico. La actividad física y los cambios en el cerebro Modelos animales Para entender los cambios que provoca a nivel cerebral y los efectos que tiene en algunas funciones cognitivas, conviene recordar sus orígenes. La investigación se inició (y se sigue haciendo) en modelos animales, en roedores para ser más precisos. Además, se usaron y se siguen utilizando en la actualidad dos paradigmas de ejercicio para poder medir cuantitativamente la cantidad de actividad física que realizan: el ejercicio voluntario (EV) y el ejercicio forzado (EF). El modelo de EV utiliza una rueda de actividad para estos fines. A menudo, la rueda de actividad es usada para dos fines; como modelo de ejercicio físico y para medir la actividad física general (este último formato se ha usado en los últimos años en estudios de obesidad y balance energético como un sustituto de la actividad que debería realizar comúnmente el animal). Independiente de la tecnología que hay detrás, las ruedas son colocadas en las jaulas para que el roedor tenga acceso libre a ella, de manera que pueda realizar sesiones voluntarias de actividad en términos de número, intensidad, duración y frecuencia. Normalmente los animales están enjaulados individualmente con el objetivo de medir la actividad realizada por cada uno. El uso de la rueda de actividad es capaz de modificar muchos aspectos del balance energético (pérdida de peso, composición corporal, consumo de alimentos y gasto energético), de la conducta animal (conductas de defensa, depresión y ansiedad) y además puede influir en la respuesta al estrés, estado de ánimo y el sistema de recompensa a nivel

cerebral. En el modelo de EF se utiliza principalmente una trotadora para que los animales puedan ejercitarse bajo las mismas condiciones de intensidad y duración. La principal ventaja de este modelo de actividad física es que es posible medir y estandarizar la intensidad, duración y frecuencia de las sesiones de ejercicio y no es necesario aislar a los animales. Se ha sugerido que el EF en el modelo de la trotadora refleja mejor la actitud de la mayoría de los seres humanos hacia la práctica de ejercicio en comparación con el modelo de EV. De hecho, la OMS en el 2010 lanzó una guía de recomendaciones mundiales sobre actividad física indicando sobre el tipo y cantidad de actividad física que se debe realizar por grupo etario para mejorar y mantener la salud. En el grupo de 5 a 15 años recomienda al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa. Pues se ha visto que la práctica diaria de ejercicio está fuertemente asociada a parámetros de salud favorables, mejora las funciones cardiorrespiratorias y de la fuerza muscular, reduce la grasa corporal, ayuda a prevenir las enfermedades cardiovasculares y metabólicas, mejora la salud ósea y disminuye la presencia de síntomas de depresión. Por otra parte, parece que ambos modelos de ejercicio difieren en cuanto a los efectos cerebrales y sobre la conducta. Estudios comparativos que han usado ambos tipos de ejercicio obtuvieron diferentes efectos en relación a la conducta ansiosa y a la neurogénesis. Por lo que se sugiere que los diferentes paradigmas y sus variados niveles de estrés/intensidad pudieran ejercer sus efectos en diferentes zonas cerebrales y esto generar diferentes efectos en varias formas de memoria. Será necesario, por tanto, tener en cuenta estas variables como muchas otras más (fisiología del aparato muscular y del sistema nervioso, sistemas energéticos, metabolismo, motivación, interés, predisposición genética) a la hora de establecer comparaciones entre distintos tipos de ejercicio, distintos efectos cerebrales y cognitivos o similitudes con investigaciones en humanos.

Los primeros estudios que pudieron establecer el efecto del ejercicio a nivel neuronal y cognitivo-conductual fueron realizados por Henriette van Praag, Fred Cage y Terrance Sejnowski a finales de los 90, en los cuales ratones que eran iguales genéticamente fueron separados en dos grupos. Uno en jaulas solo con comida y agua, mientras que el otro grupo tenía acceso también a una rueda de actividad para hacer ejercicio. Al cabo de seis semanas, se analizó a ambos grupos en un test cognitivoconductual, donde debían encontrar la salida de un laberinto. ¿Qué pasó? Los que habían tenido acceso a la rueda de actividad aprendieron mejor a hacer la tarea que sus compañeros sedentarios. Como ambos grupos eran

idénticos genéticamente, la diferencia en el aprendizaje solo se pudo justificar en las diferencias de los entornos en los cuales se criaron ambos grupos. Y el único aspecto diferenciador fue que un grupo tuvo acceso a ejercitarse y otro no. Luego, se analizaron los cerebros de los ratones y se compararon el número de neuronas y la capacidad de conservar la PLP en el hipocampo. Pues bien, los ratones con ruedas de actividad doblaban en número a las de los ratones sedentarios y eran capaces de preservar por mayor tiempo la PLP. Esto podría explicar por qué los ratones que hicieron ejercicio aprendieron más rápido y mejor que el grupo sedentario y por qué el ejercicio en general es beneficioso para el aprendizaje (ver figura 10).

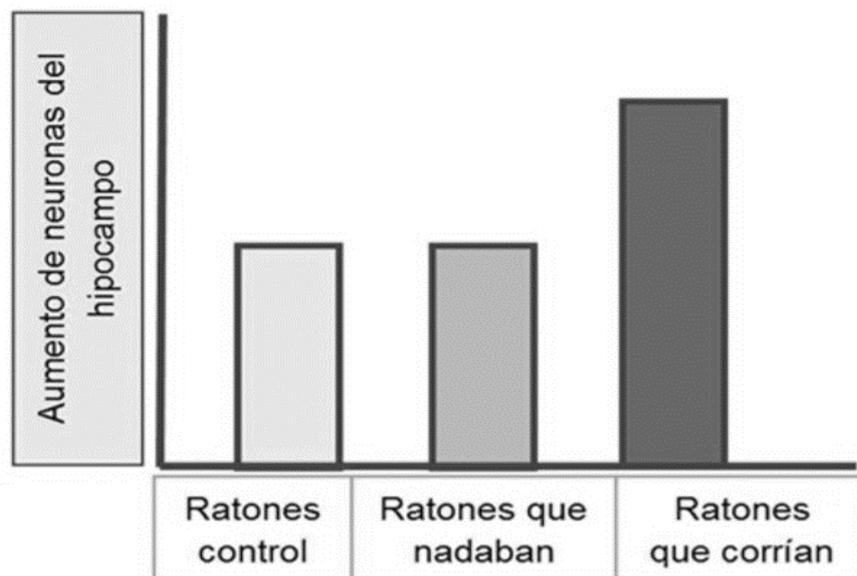


Figura 9. Ejercicio y aumento de neuronas hipocampales. Los ratones que corrían incrementaron el número de sinapsis en el hipocampo mucho más que los ratones que no ejercitaban o los que nadaban (adaptado de imagen de: *Cómo aprende el cerebro: las claves para la educación*. Blackmore, S. y Frith, U., Ed. Ariel, 2011).

Tal vez lo más fascinante de los resultados de este estudio es que debilitaron la idea de que en el cerebro adulto no puede generarse neurogénesis (todos los ratones eran adultos). Esta premisa, no solo se ha visto que es válida para ratones, sino también para regiones del cerebro adulto humano.

Posibles vías fisiológicas que expliquen sus efectos cognitivos

Es ampliamente conocido que la práctica regular de ejercicio físico tiene importantes beneficios en la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares y, más recientemente, se han observado propiedades neuroprotectores y restauradoras en las funciones cerebrales y cognitivas a lo largo de toda la vida, tanto en humanos como en animales. Aunque los mecanismos subyacentes a estos efectos todavía no se conocen con total detalle, parece que el ejercicio físico y otros factores relacionados con el estilo de vida, como el tipo de la dieta que se consume, podrían compartir vías comunes capaces de modular la función cerebral. Los efectos en la conducta podrían ser mediados por diferentes mecanismos que incluyen cambios en el metabolismo energético, fenómenos de plasticidad sináptica o cascadas de factores de crecimiento nervioso. Aunque las actuales investigaciones se han centrado en los cambios producidos en neurotransmisores, neurotrofinas y a nivel vascular, específicamente en el hipocampo, existen 3 vías funcionales implicadas en los mecanismos fisiológicos que podrían explicar cómo el ejercicio físico ejerce sus efectos a nivel cerebral y cognitivo, vamos a verlas.

1. La actividad física es capaz incrementar el flujo sanguíneo cerebral, la saturación de oxígeno y la angiogénesis en áreas cerebrales cruciales para la ejecución de tareas.
2. El ejercicio puede incrementar la liberación de neurotransmisores cerebrales, este fenómeno facilita el procesamiento de la información.
3. El ejercicio regula al alza la liberación de unas sustancias llamadas neurotrofinas.

Aun cuando estas tres vías se han estudiado en ocasiones por separado, pudieran estar asociadas e interrelacionadas y actuar en forma complementaria, pues todas confluyen en dos acciones centrales capaces de generar los cambios cerebrales necesarios para provocar los efectos cognitivos: la neuroplasticidad y la neurogénesis hipocampal. La neuroplasticidad, en particular, ha sido estudiada a diferentes niveles de organización en el sistema nervioso central que van desde elementos celulares, canales iónicos, estructuras sinápticas, unidades neuronales y mapas corticales a análisis de la conducta. Estos diferentes niveles están altamente conectados entre sí y cualquier cambio en uno de ellos puede afectar al otro, por lo que no es raro encontrar estudios clínicos y revisiones tanto en modelos animales como en humanos que muestren efectos positivos del ejercicio a nivel molecular y

neuronal seguido de un correlato de cambios positivos a nivel cognitivo-conductual. Vamos a ver algunos estudios actuales que muestran estos efectos.

Modificaciones cerebrales: ¿qué le pasa al cerebro cuando hacemos ejercicio?

La mayoría de los cambios producidos por el ejercicio se inician con cambios moleculares, como una gran liberación de neurotransmisores (serotonina, dopamina, adrenalina y noradrenalina) y factores neurotróficos (factor neurotrófico derivado del cerebro [BDNF, sigla en inglés], factor de crecimiento insulínico tipo 1 [IGF-1, sigla en inglés] y factor de crecimiento vascular endotelial [VEGF, sigla en inglés]). Luego, dependiendo de la frecuencia o duración del ejercicio, un gran número de estudios animales han demostrado que estos cambios inician y pueden modular adaptaciones más complejas como el aumento del número de neuronas (neurogénesis), capilares (angiogénesis) y conexiones neuronales (sinaptogénesis) que se relacionan directamente al mejor rendimiento en tareas de algunos tipos específicos de memoria y aprendizaje. Finalmente, si la práctica del ejercicio se convierte en una rutina, los cambios macromoleculares podrían generar cambios macroscópicos, modificando el volumen, tamaño de zonas claves de nuestro cerebro implicadas en procesos de aprendizaje. Estas asociaciones sugieren que algunas de estas adaptaciones son importantes y funcionalmente necesarias para optimizar el rendimiento cognitivo. Lamentablemente, solo algunas de las adaptaciones complejas (supramoleculares) producidas por el ejercicio han podido ser replicadas en experimentos humanos. Debido a las limitaciones derivadas de la experimentación humana, cuestiones como la neurogénesis hipocampal solo se han podido demostrar en forma indirecta. Veamos estos cambios un poco más en detalle.

Neurotransmisores

Existe bastante evidencia que muestra que la actividad física puede cambiar las funciones de los sistemas de neurotransmisores a nivel cerebral, en particular, se ha observado un aumento del sistema glutamatérgico. Animales corredores incrementaron los receptores NMDA (tanto el subtipo NR2A como el NR2B) a nivel

hipocampal. La actividad física también es capaz de activar el sistema de monoaminas, de ahí las propiedades antidepresivas y ansiolíticas del ejercicio físico en humanos, llegando a ser tan potente como la misma medicación serotoninérgica usada en la depresión. El incremento de los niveles de epinefrina, adrenalina, norepinefrina y serotonina también se ha documentado. El aumento de la noradrenalina se ha correlacionado post ejercicio a la capacidad de retención del aprendizaje motor. Es decir, las personas que mostraban mayor concentración de noradrenalina después del ejercicio eran capaces de retener mejor el aprendizaje adquirido. En un estudio realizado por Winter y colaboradores en el 2007 se observó que después de la realización de 2 carreras de 3 minutos a una alta intensidad aumentó la concentración de dopamina y adrenalina, lo cual mostró correlación con la mejora del aprendizaje y memoria verbal. Por otro lado, un estudio a través de electroencefalografía detectó un incremento de la activación del cerebro en personas que hacían ejercicio al menos a un 70% de su consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) y que retornaban a condiciones basales después de él, lo que se asoció a un aumento en los niveles de atención.

Factores de crecimiento neuronal

Clásicamente, estas proteínas habían sido identificadas como mediadores de diferenciación y supervivencia neuronal durante el proceso de desarrollo. Actualmente, se ha visto que las neurotrofinas tienen una función relevante en la viabilidad de las neuronas en adultos y en los procesos de restauración y protección neuronal en respuesta a una lesión o al envejecimiento. Entre las neurotrofinas descubiertas, las que se han estudiado que poseen más relación entre el ejercicio físico y las mejoras en las funciones cognitivas son el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), el factor de crecimiento insulínico tipo-1 (IGF-1), el factor de crecimiento fibroblástico básico (BFGF sigla en inglés). Estos factores aumentan directamente la función de neuronas maduras y estimulan la producción de nuevas neuronas en el hipocampo. Al igual que en estudios en animales, se han medido en humanos los niveles de neurotrofinas, así como de IGF-1 y BDNF después de ejercicio físico. Por ejemplo, un estudio midió niveles de BDNF periférico aumentado después de una sesión de ejercicio físico y vuelta a niveles basales dentro de unos minutos u horas. Otros estudios han reportado cambios de los niveles de BDNF después de un entrenamiento de resistencia que duró algunos meses y de niveles de IGF-1 después de una sesión de ejercicios. Sin embargo, no todos los

experimentos han podido corroborar estos resultados, autores como Ruscheweyh y cols. (2011) no pudieron observar cambios en niveles de BDNF.

Neurogénesis:

Evidencia actual indica que el aumento de nuevas neuronas en el hipocampo tiene un rol fundamental en la memoria y el aprendizaje. Usando marcadores de genes de expresión temprana se ha visto que las nuevas células son activadas preferentemente durante tareas de aprendizaje, por otro lado, un incremento en la neurogénesis estaría asociado con mejoras en la cognición. En roedores, tal vez el más común cambio estructural observado después de la ejercitación es un incremento en la tasa media de neurogénesis dentro del giro dentado del hipocampo. Roedores entrenados en ruedas de actividad presentaron 3-4 veces más aumento en la producción y supervivencia de nuevas neuronas en el giro dentado del hipocampo en comparación con sus controles. Por otro lado, animales que mostraron un incremento en la neurogénesis después del entrenamiento en ruedas mostraron una mejora en tareas de aprendizaje espacial. Los robustos efectos del ejercicio en la generación de neurogénesis se mantienen a lo largo de la vida en roedores. En ratones que ejercitaron continuamente desde jóvenes hasta la adultez, el normal declive relacionado con la edad en neurogénesis fue significativamente menor que el grupo sedentario. Es más, en ratones que comenzaron a ejercitarse en edad adulta y en la vejez el número de nuevas neuronas fue elevado. Además de la neurogénesis, las investigaciones animales han sugerido que el ejercicio físico induce una cascada de cambios estructurales en el sistema nervioso. Estos cambios incluyen un incremento en la densidad de espinas dendríticas, en la angiogénesis y una mejora en la potenciación a largo plazo.

Angiogénesis

El ejercicio físico es capaz de influir en la vascularización cerebral, principalmente incrementando la proliferación de células endoteliales cerebrales y generando nuevos vasos a través del cerebro. El IGF y el factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF) tienen mucho que decir tanto en la angiogénesis como en los

efectos neurogénicos del ejercicio a nivel cerebral. En un estudio se vio que animales corredores aumentaban la expresión de genes de IGF a nivel hipocampal e incrementaban los niveles de IGF y VEGF a nivel sérico. Estudios usando técnicas de imagen modernas como la resonancia nuclear magnética funcional (RNMf) han observado que el ejercicio físico de alta y mediana intensidad incrementa significativamente el flujo sanguíneo en el cerebro, proporcionando de esta forma un incremento de los nutrientes necesarios. ¿Esto en la práctica significaría algo? Kramer y sus colaboradores creen que sí (al igual que nosotros). En un estudio realizado en 1998 encontraron que la práctica de caminar en forma frecuente incrementaba el promedio de consumición de oxígeno en adultos mayores saludables, lo que estaba asociado posteriormente con un mejor tiempo de reacción y un aumento en el rendimiento de test de funciones ejecutivas.

Cambios estructurales y funcionales a nivel cerebral

Las nuevas técnicas neurofisiológicas y de imagen por resonancia magnética han permitido observar detalladamente cómo la actividad física es capaz de modelar aspectos funcionales y estructurales de nuestro cerebro a nivel macroscópico. Por ejemplo, un estudio transversal realizado por Erickson y colaboradores en el 2009 demostró que en personas de edad avanzada existe directa dirección entre la condición cardiovascular y el volumen hipocampal. Otro estudio de los mismos investigadores demostró que 12 meses de ejercicio cardiovascular son suficientes para producir un aumento del volumen hipocampal en adultos mayores y que además se asociaba a la mejora en capacidades espaciales. Estudios de imágenes por resonancia magnética nuclear (RMN) han podido reportar incrementos en materia gris en regiones cerebrales frontales. Por otro lado, resultados de resonancia nuclear magnética funcional (RNMf) han sido interpretados como evidencia de un incremento de la eficacia neuronal durante el ejercicio y tareas de memoria. Holzsneider y cols. (2012) reportaron una correlación de cambios inducidos por el entrenamiento en la capacidad cardiovascular y cambios en la señal de RNMf en estructuras implicadas en funciones ejecutivas (giro fronto-medial y el cuneus). Los investigadores estudiaron el aprendizaje espacial antes y después de 6 meses de ejercitación regular. La asociación entre los cambios de activación y el rendimiento cardiovascular fue específica para el aprendizaje espacial. Lamentablemente, un número reducido de estudios ha analizado la relación entre fitness cardiovascular y las características estructurales cerebrales en niños.

Chaddock y colaboradores en el 2010 observaron que niños entre 9 y 10 años con niveles de VO₂ máx. elevados mostraban un hipocampo y ganglios basales de mayor volumen comparado con niños con niveles de fitness cardiovascular más reducido. Además, se mostró que existía una relación entre el volumen del hipocampo y el rendimiento en tareas que requerían memoria visual y funciones cognitivas de ejecución y control, que realizan procesos de inhibición, así como de memoria de trabajo. Otros estudios han investigado si el fitness cardiovascular está asociado a cambios funcionales en el cerebro en edades tempranas. En un estudio se observó a través de RNM que niños con valores altos de fitness cardiovascular mostraron patrones de activación cerebral más eficiente en comparación con niños en peor condición física y con valores de VO₂ máx significativamente más bajos. En conjunto, estudios transversales demuestran que, al igual que en investigaciones en adultos, un nivel alto de fitness cardiovascular en niños está asociado cambios en los volúmenes de diferentes regiones cerebrales encargados de funciones de memoria y aprendizaje. Desafortunadamente, existen muy pocos estudios longitudinales que hayan analizado modificaciones en la función y estructura cerebral infantil en respuesta al ejercicio. Hemos visto que el ejercicio es un gran promotor de cambios funcionales y estructurales en nuestras neuronas, modificando sus conexiones, cambiando sus umbrales de activación y en el fondo generando aprendizaje y memorias en las neuronas.

En términos neurobiológicos ya hemos hablado sobre memoria y aprendizaje, pero ¿son lo mismo?, ¿tienen el mismo sustrato biológico?, ¿existe algún tipo de clasificación? A continuación, veremos un poco más de este apasionante tema. Y, por otro lado, ¿estos cambios estructurales y funcionales en el cerebro pueden traer consigo cambios en las funciones cognitivas y el rendimiento escolar?

Aun cuando la base de nuestro comportamiento la componen los procesos cognitivos básicos, tales como atención, memoria, funciones ejecutivas, percepción, emoción, motivación, lenguaje y aprendizaje, solo en las últimas dos décadas ha surgido un interés creciente en la investigación acerca del rol del ejercicio físico sobre el funcionamiento de dichos mecanismos cognitivos y en particular sobre la relación entre la actividad física y las habilidades cognitivas necesarias para el aprendizaje, tales como la memoria y las funciones ejecutivas. Revisiones actuales que incluyen una gran cantidad de estudios han confirmado que la actividad física tiene, en general, un efecto positivo sobre las funciones cognitivas en la infancia. La magnitud de este efecto varía enormemente, dependiendo de aspectos como: el

tipo de ejercicio o la función cognitiva evaluada. Si bien no existe un consenso absoluto en cuanto al tipo e intensidad de ejercicio ideal, un metaanálisis de Fedewa y sus colaboradores del 2011 que incluyó 59 artículos señaló que el ejercicio cardiovascular es el ejercicio que trae mayores beneficios a nivel cognitivo para los niños (por ejemplo, pedalear en una bicicleta, nadar o trotar durante 20-30 minutos a baja o moderada intensidad). En cuanto al tipo de función cognitiva que más se beneficia del ejercicio, existe bastante evidencia que indica que la memoria, las funciones ejecutivas y de control son probablemente las más susceptibles de mejorar con el ejercicio cardiovascular, tanto en niños como en adultos.

Formas de evaluar el ejercicio físico Destaca en la literatura la gran variedad de programas de ejercicio y metodologías usadas para evaluar sus efectos cognitivos, lo que dificulta poder hacer conclusiones en términos generales. Veremos las principales variables que se modifican. Se han utilizado una gran gama de programas de resistencia física y cardiovascular como: correr, caminar, nadar, o andar en bicicleta para evaluar el impacto de la actividad física. Por otro lado, para registrar la cantidad de ejercicio realizado se han utilizado reportes de horas de ejercicio, de clases de educación física o de práctica deportiva que realizan los niños en su jornada escolar. Como grupos control para comparar los efectos positivos del ejercicio se han utilizado grupos sedentarios, grupos con programas de entrenamiento sin resistencia como lo son actividades de estiramiento y elongación, programas de coordinación y equilibrio y programas de tonificación, en estudios observacionales se ha comparado incluso con niños que realizan menos horas de actividad física o que no practican deporte. En relación a la cantidad de ejercicio los estudios muestran que algunas intervenciones, planes y programas van de pocas semanas hasta años de seguimiento. Desde el punto de vista del impacto que puede tener el ejercicio físico y las funciones cognitivas se han estudiado dos tipos de intervenciones (hablaremos con más detalle de estos tipos de ejercicio un poco más adelante).

- Una línea de investigación que determina los efectos agudos de la ejercitación en las variables cognitivas, donde los rendimientos cognitivos son medidos antes y después de una sesión de ejercicio que puede durar minutos u horas.
- Por otro lado, una línea de investigación que intenta clarificar los efectos crónicos de programas de ejercicios, los que se hacen por semanas o

meses y luego de un periodo de tiempo sin actividad se vuelven a medir variables cognitivas.

Especificidad de los efectos del ejercicio físico

Tanto los estudios en animales como en humanos muestran que diferentes tipos de ejercicio inducen cambios específicos en diferentes zonas y estructuras cerebrales. Es posible que esta divergencia de resultados encontrada en la literatura tenga una explicación. Las tres posibles razones que se barajan son:

1. El ejercicio tiene efectos en las funciones cognitivas específicas.
2. Es necesario como prerrequisito una mejora en la condición cardiovascular.
3. Tipos específicos de ejercicio generan efectos cognitivos.

Hasta el momento, la evidencia sugiere que los diferentes tipos de entrenamientos físicos afectan diferentes redes neuronales y en consecuencia a diferentes variables cognitivas tanto en humanos como en animales. Este último punto sobre la especificidad de los efectos del ejercicio es muy estudiado actualmente, por lo que antes de seguir hablando sobre los efectos del ejercicio en las funciones cognitivas y rendimiento académico parece prudente hacer una pausa. Se les entregaran definiciones y descripciones fundamentales de las funciones cognitivas que más se ha visto que se benefician de la práctica de actividad física, de esta forma, creo se entenderá mejor el resto del capítulo.

¿Qué aprendemos y recordamos?

La cognición se define como la facultad de un ser vivo para procesar información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y características subjetivas que permiten valorar la información. Por tanto, se puede entender que las funciones cognitivas derivan de la cognición y que son los procesos mentales los que nos permiten llevar a cabo cualquier tarea en nuestro entorno. Hacen posible que el ser vivo tenga un papel activo en los procesos de recepción, selección, transformación, almacenamiento, elaboración y recuperación de la información, lo que le permite desenvolverse en el mundo que le rodea. Dentro de las funciones cognitivas encontramos: la orientación, la atención, las praxias, las habilidades visoespaciales, las gnosias, el lenguaje, la cognición social, la memoria, aprendizaje y funciones ejecutivas. Entendemos que hablar de todas las funciones cognitivas no

es el objetivo del libro, por lo que nos centraremos exclusivamente en las funciones cognitivas que más se benefician del ejercicio. El aprendizaje, la memoria y las funciones ejecutivas. Aprendizaje: aprender es, en su esencia, el proceso en virtud del cual se asocian cosas, sucesos en el mundo, se distinguen elementos del entorno (juguetes de materiales peligrosos o de utensilios de cocina, por ejemplo) y se clasifican (los animales, las frutas, verduras, los medios de transporte), gracias a lo cual adquirimos nuevos conocimientos. Aprender es una de las conductas (tanto consciente como inconsciente) innatas. Aprender es intrínseco a la vida misma, tan vital como comer, dormir y reproducirse. En esencia es vital para la supervivencia. El proceso de aprendizaje ya podemos verlo presente tanto en seres unicelulares como en sistemas nerviosos complejos como el nuestro. Un ser vivo que no aprende o que lo hace con mucha lentitud o con errores está condenado a perecer. Para aprender en forma eficiente es necesario estar en contacto permanente con el mundo que te rodea, percibirlo, procesar la información que nos entrega y expresar una conducta adaptativa. Será muy difícil aprender a caminar normalmente si desde etapas muy tempranas se nos aísla de nuestros pares o se nos enseña a caminar mostrándonos videos de como lo hacen otros bebés. En este sentido, un contacto directo con nuestro entorno, a través de la conducta, es un acto motor necesario para que nuestros programas genéticos (como el de la marcha) se pongan a funcionar. En esencia, el proceso de aprendizaje básico de los seres humanos comienza a través del juego. El juego se produce en los niños utilizando en forma conjunta mecanismos de curiosidad, de emoción, recompensa y placer. El juego es un mecanismo inventado por la naturaleza para que el niño aprenda y adquiera habilidades y capacidades nuevas. Recordemos la conducta de un niño de dos o tres años frente a su juguete favorito. El bebé tomará y manipulará el juguete, experimentará con él todo lo que le parece llamativo, novedoso y curioso y con ello aprenderá del mundo. Aprenderá por ejemplo la distancia entre él y los objetos, su color, peso y textura. Estas primeras experiencias le permitirán al niño construir programas neurales que utilizará más adelante para realizar con seguridad y precisión conductas específicas. Profundizaremos en el aprendizaje motor, pues es el más pertinente a nuestro campo de estudio.

Aprendizaje motor

Schmidt definió el aprendizaje motor como los procesos internos asociados con la práctica que provocan cambios relativamente permanentes en la capacidad motriz, los cuales surgen en el transcurso de una estimulación adecuada y suficiente para una mejora relativa y permanente en el desempeño de las habilidades motoras. Desde las acciones más simples que realizan los niños hasta las acciones más complejas de los deportistas de elite, todas son resultado de un proceso progresivo de adquisición de habilidades. El aprendizaje motor no es un proceso que avanza de manera irregular y azarosa, sino que ocurre de manera ordenada y lineal siguiendo una serie de fases o estadios que podrían ser identificados como comunes a todos los individuos. Así se pone de relieve que todo nuevo aprendizaje se organiza de manera secuenciada y progresiva, integrando las estructuras aprendidas a las nuevas estructuras. Desde su nacimiento, el niño mediante el movimiento descubre conoce y controla cuerpo, lo que le permite más tarde actuar en forma autónoma y libre con iniciativa, seguridad y confianza en sí mismo. Los reflejos son los primeros movimientos que los niños realizan al nacer, manteniéndose algunos de estos durante toda la vida, los cuales tienen una importancia fundamental en las adquisiciones motrices futuras, dado que son la base de la constitución de toda la motricidad del ser humano. En este periodo también se distinguen los movimientos estereotipados como patear, balancearse, entre otros. A medida que el niño crece comienza a realizar movimientos voluntarios muy primitivos y pobremente integrados en un principio, esta etapa se caracteriza en que los niños comienzan a tomar conciencia y a reconocer partes de su propio cuerpo. Los movimientos voluntarios de manipulación son combinados con los movimientos visuales y táctiles luego pasan por diferentes fases hasta llegar a la adquisición de movimientos manipulativos fundamentales altamente coordinados y especializados, como lanzar, atacar, coger y la adquisición de habilidades especiales, como botar una pelota, saltar la cuerda, entre otros. A medida que el niño se desarrolla y practica las habilidades aprendidas, va adquiriendo mayor control y precisión de estos movimientos hasta llegar al dominio y perfección de los movimientos básicos fundamentales como saltar, correr, trepar, lanzar, entre otros. Los patrones básicos de movimiento van desarrollándose en forma secuencial. Lo cual permite distinguir en diferentes etapas o hitos de aprendizaje, hasta llegar a la habilidad madura del movimiento. No todos los aprendizajes son iguales,

repasemos los dos tipos de aprendizaje más conocidos de acuerdo a las estructuras que participan.

Tipos de aprendizaje

El ser humano es una máquina de aprender, desde el nacimiento hasta que muere y es a través de todos estos aprendizajes que va cambiando su conducta, pensamiento y el propio cerebro. Hay distintos tipos de aprendizaje, en lo referente a las estructuras cerebrales implicadas, aprender matemáticas difiere de aprender a leer, que a su vez es diferente de aprender a caminar o tocar un instrumento musical. Cada tipo de aprendizaje y memorias depende de un sistema cerebral diferente y se desarrolla en un momento ligeramente diferente. Existen aprendizajes de los que somos conscientes mientras los adquirimos (asociar ideas, razonar, deducir, comparar, hacer matemáticas), es decir, que corresponden a un proceso que requiere la asociación de hechos y sucesos con el tiempo en que podemos evocar y contar tras memorizarlo. Este aprendizaje consciente se conoce también como aprendizaje explícito. Su sustrato neural está radicado en muchas áreas de la corteza cerebral (principalmente corteza prefrontal y temporal) y también del sistema límbico (hipocampo). Por otro lado, tenemos el aprendizaje implícito, que es inconsciente, es decir, en él no se puede evocar verbalmente lo aprendido, pues no requiere de los procesos cognitivos conscientes del aprendizaje explícito. En este aprendizaje implícito el proceso es automático, requiriendo tiempo y repetición. A través de él se pueden adquirir habilidades como las viso-motoras (andar en bicicleta, andar en patines o patineta). Participan en este tipo de aprendizaje áreas cerebrales como la corteza cingulada anterior, los ganglios basales, cerebelo y corteza premotora. Por ejemplo, la adquisición de muchos hábitos es un mecanismo de aprendizaje inconsciente. Si a un niño día tras día se le da la instrucción de que coloree una figura sin salirse de los bordes, al pasar los días lo más probable que la tarea la realice más rápido y precisa que al principio. El cerebro de estos niños se ha adaptado, ha aprendido la tarea sin que sean conscientes de ello. Como veremos a continuación, a propósito de la memoria, puede existir una interacción entre dos tipos de aprendizaje.

Memoria

Es la capacidad de almacenar información provista por la experiencia y recuperar gran parte de ella a voluntad. Gracias a la memoria podemos saber todo aquello que nos es necesario para poder adaptarnos al medio de una forma óptima: reptar, gatear, caminar, comunicarse con los demás, orientarnos en el entorno, evitar situaciones de riesgo, mantener normales de sociedad, etc. De la misma manera, sin memoria no podríamos aprender. La memoria es una función básica, pero a la vez extremadamente compleja y heterogénea. En el ser humano la memoria, además de ser la base de la supervivencia, como en todo ser vivo, es el vehículo por el que se transmiten los conocimientos y se crea cultura. Para la generación de memorias se han definido fases. Estas son:

- Registro/codificación de la información
- Formación de la memoria
- Almacenamiento
- Reconstrucción/recuperación

Algunos estímulos provenientes de nuestro medioambiente captan mucho más nuestra atención. Esto es normal, pues estamos conviviendo e interactuando con un medioambiente cambiante, el cual nos obliga a responder de una forma eficiente y rápida, pues de lo contrario puede peligrar incluso nuestra vida. En la etapa de registro uno o varios estímulos a la vez son captados del entorno que nos rodea por nuestros sistemas sensoriales, ejerciendo un impacto en nuestro sistema nervioso de tal forma que se generará una representación de este en una zona particular de nuestro cerebro. Nuestros distintos sistemas sensoriales se han especializado en registrar un tipo de estímulo en particular (el sistema visual capta la luz, el sistema auditivo capta los sonidos) que se codificará en un lenguaje único que podrá ser entendido por nuestro sistema nervioso. Este lenguaje único es: el impulso nervioso. La memoria es un proceso, no una actividad fija o singular, en ese sentido no hay una ubicación única de almacenamiento para todos nuestros recuerdos. Ciertamente muchos puntos de nuestro cerebro están implicados en esta tarea. Por ejemplo, los recuerdos de sonidos se almacenan en el córtex auditivo. Se ha visto que el hipocampo (ya hablamos un poco de esta estructura previamente) es bastante activo en la formación de recuerdos espaciales y de otros recuerdos, tales como la memoria para hablar y leer. La amígdala (otra estructura cerebral implicada en procesos de memoria) es bastante activa para los hechos emocionales

implícitos. Las destrezas físicas aprendidas implican a los ganglios basales. El cerebelo es también fundamental en la formación de memorias asociativas. En fin, gran parte de nuestro conocimiento sobre hechos, sucesos y contenidos está distribuido por toda la extensión de los lóbulos temporales del córtex. En la actualidad, es mejor pensar más en la memoria como un proceso que como un lugar específico del cerebro. Como ya habíamos dicho, se cree que la base celular para la formación de memorias, esencialmente de tipo explícitas (luego hablaremos sobre las clasificaciones de memorias), es la potenciación a largo plazo (PLP). ¿Qué ocurre a nivel celular? La alteración de fuerza y estabilidad de las conexiones sinápticas dada por la PLP está regulada por genes que desencadenan una serie de complejas fases en forma de cascadas. Eric Kandel, de la Universidad de Columbia, identificó una molécula de proteína fundamental, conocida como CREB, que actúa identificando a las células nerviosas que almacenan el recuerdo a corto plazo o que lo graban permanentemente en la memoria a largo plazo. Lo que significa que la activación de CREB facilita la capacidad de recordar. Randy Gallistel, Endel Tulving y William Calvin, junto a otros investigadores, postularon que el proceso de recuperación es lo que activa neuronas durmientes para desencadenar los recuerdos. El recuerdo está determinado por el tipo de proceso de recuperación que se activa. Cada tipo de aprendizaje requiere su propio tipo de desencadenamiento.

Cuando un número suficiente del tipo correcto de neuronas es activado de manera adecuada provocan su estimulación logrando una recuperación con éxito. Hay dos grandes teorías sobre cómo se produce el proceso de reconstrucción de la memoria. Una es la denominada por Hanna y Antonio Damasio como «zonas de convergencia», en la cual tenemos unas especies de «índices» que contienen instrucciones en el cerebro sobre cómo gatillar el contenido, no indican el contenido mismo. De esta forma, se mantienen unidas las piezas que se necesitan evocar y su recuperación es más rápida. Un buen ejemplo de esta teoría es cuando tenemos que rememorar palabras, utilizamos estos «índices mentales» para ayudarnos a encontrar el término que queremos. La palabra «universidad» está vinculada muy probablemente con muchos índices, como sala, estudiar, trabajos, alumnos, profesores o calificaciones. Nuestro lenguaje es un ejemplo clásico sobre la necesidad de quitar cientos de palabras «de nuestros estantes mentales» en pocos segundos para formar frases. La otra teoría es que los recuerdos son modelos congelados a la espera de una señal sonora para despertarlos. El neurobiólogo

William Calvin dice que el contenido puede estar incluido en «temas o secciones espaciotemporales» que resonarán y crearán una masa crítica necesaria para la recuperación, como adoquines en una calle, que no hacen ruido hasta que alguien o algo pase sobre ellos. Esta teoría explica por qué un alumno que cuando intenta recordar información para un examen encuentra la respuesta con un tiempo de retraso (si es que la recuerda). Puede necesitar este tiempo para que la intención de recordar cree suficientes modelos de pensamiento activados para alcanzar la masa crítica. Antes, el cerebro puede haber tenido que procesar demasiada información competitiva diferente para recuperarlo. Podemos recuperar la mayor parte de todo aquello a lo que hemos prestado atención, pero el éxito de esta recuperación depende mucho del estado, del tiempo y del contexto en que se realice. Además, la diversidad de modos en que almacenamos y recuperamos las memorias depende en gran medida de los diferentes tipos de recuerdos que creamos. Por ejemplo, es común ser muy bueno recordando un tipo de recuerdos, como caras, lugares, olores, pero no direcciones o fechas importantes, etc.

Las memorias se han clasificado dependiendo lo que se recuerda o por cuánto tiempo se logra hacerlo. En relación a lo que se recuerda las memorias se dividen en memorias implícitas y memorias explícitas. Los invito a que veamos un poco de cada una.

Memoria implícita

El neurocientífico Larry Squire descubrió que podía tener pacientes amnésicos que acertaban o fracasaban sus respuestas solamente cambiando las instrucciones que se le daban en la prueba. Los pacientes tenían una lesión en el lóbulo temporal y se les daban listas de palabras para recordar. Si se les indicaba que recordasen tantas palabras como pudieran de una lista anterior obtenían malos resultados, pero si solamente se les solicitaba que dijese la primera palabra que se les ocurriese después de darles una clave, su memoria era tan buena como la de quienes no tenían lesión cerebral. Estos experimentos llevaron a los investigadores a concluir que nuestra capacidad de recordar algo depende de qué vía de acceso para recordar utilizamos. Mucha información está todavía en nuestro cerebro; no es solo un déficit de recuperación. Lo sabemos, pero no sabemos que lo sabemos. A continuación, veamos los tipos de memoria implícita más comunes. El tipo más básico de memoria es uno del que ni siquiera somos conscientes y sobre el que tenemos muy poco control. Se llama memoria condicionada. Fue descubierta por

Iván Pavlov en sus estudios realizados en perros hace ya 100 años. Los perros salivaban cada vez que oían la campanilla que previamente habían aprendido a asociar con la hora de la comida. Esta es una respuesta condicionada, sobre la cual los perros no tenían control absoluto. También puede producirse condicionamiento si cierta comida nos cae mal. Después de esto, quizá nos sentiremos mal solo con oler o pensar en ella. Así que la mayoría de nosotros las evitamos y termina cambiando nuestra conducta. A veces basta solo una experiencia desagradable con la comida para evitarla siempre. Se cree que esta clase de respuestas condicionadas son controladas, en parte, por el cerebelo. Otro tipo de memoria que adquirimos también a muy temprana edad es la llamada memoria condicional. Tiene lugar cuando aprendemos una acción con el fin de producir una respuesta a nuestro favor. Los bebés aprenden muy rápidamente cerca de los 3 meses de edad que cuando golpean un juguete colgado del techo y este comienza a moverse o cuando lloran da como resultado que los padres vengan inmediatamente a ver qué quieren y darles lo que ellos piensan que necesitan. Luego, con el transcurso del tiempo vamos adquiriendo la memoria del movimiento o destrezas motoras llamada memoria procedural. Por ejemplo, cuando aprendemos a andar en patineta, tocar un instrumento musical, a escribir en un computador o conducir un automóvil. Este tipo de memorias se guarda de manera clara y solo se evoca cada vez que queremos nuevamente andar en patineta, tocar la guitarra o conducir un coche. Es decir, son memorias que no son expresadas de modo verbal consciente. La evocación de este tipo de memorias se realiza a través de una conducta o acto motor. Esta memoria procedural depende, en gran medida, de los ganglios basales. Al nacer estos núcleos que se encuentran en lo profundo de nuestro cerebro no han madurado, pero hacia los 3 o 4 meses comienzan a trabajar. Coincidente con los primeros aprendizajes motores. Poco a poco, los bebés notarán que es mucho más efectivo coger los objetos de una determinada manera, aparecerá el agarre, luego la pinza burda y finalmente la pinza fina que le permitirá encajar, enhebrar una aguja, tomar un lápiz y escribir. Está claro que los bebés pueden aprender desde etapas muy iniciales sin ser conscientes de aquello. Sobre lo que los rodea saben tácitamente un montón de cosas mucho antes de poder hablar sobre ello. También cuando somos adultos, muchos de nuestros conocimientos son implícitos. Esto lo vemos claro cuando intentamos explicar teóricamente a alguien cómo se conduce un automóvil o cuando le explicamos cómo se anda en bicicleta a un niño. En estas acciones hay algunos pasos que sinceramente son muy difíciles de explicar. Esto ocurre porque el aprendizaje procedimental de una destreza o habilidad es muy

diferente del aprendizaje de hechos o sucesos (lo veremos a continuación). Los amnésicos por ejemplo que han sufrido una lesión en el hipocampo no podrán retener recuerdos de eventos nuevos de su vida. De todos modos, sí pueden aprender habilidades procedimentales nuevas (a pesar de no recordar explícitamente que se las han enseñado) y conservan destrezas adquiridas antes de la lesión. Esto se debe a que los ganglios basales se encuentran sin lesión. Estas estructuras todavía son capaces de aprender por procedimientos y de conservar las adquiridas. Se observa el patrón opuesto en los pacientes con Parkinson, cuyos ganglios basales funcionan de manera deficiente. Por lo general, estos pacientes tienen buena memoria de hechos y sucesos pasados, pero parecen ser incapaces de aprender habilidades nuevas. Este fenómeno se ha confirmado posteriormente en neuroimágenes funcionales. Observándose activación de hipocampo pero no de los ganglios basales cuando se aprenden hechos nuevos y actividad de los ganglios basales pero no del hipocampo cuando se aprenden destrezas motoras nuevas.

Un último tipo de memoria y aprendizaje implícito que vale la pena destacar es aquel por el cual un suceso que viene ligado a un acontecimiento emocional tiene tanta fuerza como para ser guardado en nuestro cerebro. Recuerda por ejemplo cuando has comprado una camisa nueva, la usas por primera vez y descubres que tiene una gran etiqueta en la parte posterior que pincha al moverte o cambiarte de posición, esto provoca por tu parte respuestas motoras de incomodidad. Si este estímulo se repite varias veces sin más consecuencias, es decir la etiqueta no te provoca un daño en la piel (dolor) o recompensa (placer) la etiqueta dejará de pincharte y tú dejarás de hacer gestos o movimientos de incomodidad. Esto indica que te has habituado al estímulo. Si, por el contrario, la etiqueta si tiene consecuencias (te ha herido la piel) entonces la respuesta se potencia, te molesta cada vez más la etiqueta y tu respuesta de incomodidad aumenta. Te has sensibilizando a la etiqueta. En este último caso se ha guardado en la memoria el significado de este suceso, tanto que posiblemente para siempre evites (dolor) o repitas (placer) la conducta correspondiente a aquellos estímulos.

Memoria explícita

Las memorias explícitas, conscientes o declarativas refieren a hechos o sucesos ocurridos que podemos evocar y contar, por ejemplo, dónde y qué conversación

mantuvimos ayer con un amigo. Este tipo de memoria es la que se suele referir a la memoria humana, aquella que se pierde y deteriora con la edad o debido a las enfermedades neurodegenerativas, como las demencias o el Alzheimer. Estas memorias se forman en el hipocampo y se almacenan en el lóbulo temporal medial. En general, es la que se utiliza más en los centros educativos cuando pedimos un recuerdo en los exámenes. Se dan en diferentes formas, incluyendo la memoria semántica, más basada en palabras y la memoria episódica, relacionada con los acontecimientos. La memoria semántica es parte de nuestro sistema de memoria declarativo e incluye los hechos, nombres e imágenes e información. De hecho, solo las memorias explícitas tienen una memoria a corto plazo o de trabajo (ya hablaremos de ellas). La memoria episódica se conoce también como la memoria de recuerdo de lugares, de espacios o contextos, es un mapa de experiencias diarias. En este caso el aprendizaje se realiza por lugares o circunstancias particulares. La formación de esta memoria natural implica al hipocampo y al lóbulo temporal medial. Está motivada por la curiosidad, la novedad y expectativas. Crece por la entrada de información sensorial: vista, sonidos, sabores, olores y tacto que evoquen el lugar. El proceso de recuerdo episódico posee una capacidad ilimitada, se forma rápidamente, se actualiza con facilidad, no requiere práctica, no exige un gran esfuerzo y se utiliza de forma natural por todas las personas. Frente a la pregunta «¿qué almorzaste ayer?», la mayoría de la gente se preguntará «¿dónde estaba ayer a la hora del almuer...? ¿Por qué?». Porque la ubicación desencadena el contenido. Poseemos un sistema de memoria de seguridad basado en claves de ubicación, porque toda experiencia vital está asociada a un contexto. Así todo aprendizaje está asociado con vistas, olores, sonidos, sensaciones y emociones. No se puede «no estar en alguna parte» cuando se aprende. El procesamiento de este tipo de memoria tiene un importante inconveniente: la contaminación. Esto se produce cuando tenemos demasiados acontecimientos insertos en el mismo punto o contexto (como años de aprendizaje en la misma sala o el mismo asiento). Esto les ocurre a menudo a los estudiantes que realmente conocen el material, pero carecen de los «ganchos» específicos para recuperar todo el aprendizaje. Dentro de las memorias explícitas se incluyen otros tipos de memorias dependientes del tiempo que se guardan los recuerdos. De esta forma, las memorias explícitas que somos capaces de retener y evocar en nuestra mente en un corto periodo de tiempo (generalmente de 5 a 20 segundos) reciben el nombre de «memorias a corto plazo». Retener el nombre de una persona que acabas de conocer, o el número de teléfono de un amigo que ha cambiado de celular son algunos ejemplos de este tipo de

memoria. Todos hemos tenido la sensación de recordar un número de teléfono que nos dictan solo el tiempo necesario para poder marcarlo, hablar con la persona y luego olvidarlo. Cuando algún suceso de la vida podemos recordarlos meses e incluso años después de que hayan ocurrido hablamos de memorias a largo plazo. También tenemos aquellas memorias que duran la ráfaga de un segundo y luego decaen y se pierden, las que reciben el nombre de memorias icónicas y tenemos las denominadas memorias de trabajo que duran décimas de segundos, son una manipulación temporal de la información que nos permiten hilar los conceptos que evocamos en el pensamiento para que parezcan un continuo en la realidad y nos permita pensar, razonar, deducir, etc.

Actividad física y las funciones cognitivas

Desde hace bastante tiempo se presumía que la actividad física podía tener relación con una mejoría de los procesos cognitivos, pero gracias a una serie de estudios desarrollados principalmente en la Universidad de Illinois, Estados Unidos, a cargo de Charles Hillman, Arthur Kramer y Kirk Erickson, esta suposición terminó siendo una comprobación empírica que arrojó como resultado que efectivamente a mayor actividad aeróbica se producía menor degeneración neuronal. Trabajos previos realizados en animales por Henriette Van Praag, Carl Cotman, Fernando Gomez-Pinilla y muchos otros investigadores ya habían demostrado que el ejercicio aeróbico tenía efectos positivos en factores de crecimiento neuronal y factores neurotróficos, pero era necesaria la comprobación en humanos. A pesar de que estudios en población adulta reportaran un mayor incremento en funciones ejecutivas, atención y memoria después de un entrenamiento aeróbico versus entrenamientos sin resistencia o con grupos sedentarios y aun cuando se sabe que los niños y jóvenes de países industrializados están creciendo cada vez menos saludables y más sedentarios, en la actualidad existe una pequeña cantidad de estudios donde se relacionan los efectos del ejercicio físico con la salud mental y cognitiva durante el proceso de desarrollo de los niños. En este apartado hemos intentado compilar los estudios y las revisiones más significativas. En un metaanálisis de Sibley y Etnier (2003) de niños en edad escolar se estableció una positiva correlación entre actividad física, aprendizaje y test de inteligencia. Los

autores plantean ampliamente los beneficios que tiene para el desarrollo cognitivo de los niños el hecho de que practiquen una actividad física de manera regular, concluyendo que los beneficios de la actividad física son bastante altos y que por ello es necesario que se adopten políticas para estimular la actividad física en esta población específica.

Resultados similares son apoyados por estudios de Hillman y cols. (2003) y Winter y cols. (2007), quienes encontraron que estudiantes después de un entrenamiento aeróbico mejoraban su velocidad de reacción de aprendizaje de vocabulario. Sin embargo, para ser ecuánimes, no todos los estudios han encontrado efectos positivos del ejercicio. Estudios como los de Panton y cols. (1990) y los de Madden y cols. (1989) indicaron que el ejercicio aeróbico no impactaba en las variables cognitivas. La razón de esta discrepancia ya la hemos comentado y ahora la profundizaremos un poco más.

1. El ejercicio aeróbico podría tener un impacto solo en algunas funciones cognitivas específicas, en estos casos, estudios que evalúen estas funciones serán capaces de demostrar efectos positivos del ejercicio físico. Por ejemplo, un reciente metaanálisis publicado en la revista científica *Pediatric Exercise Science* determinó una relación positiva entre la actividad física y las funciones cognitivas en niños de edad escolar (4-18 años) en 8 categorías (habilidades preceptuales, cociente intelectual, logros, test verbales, test matemáticos, memoria, nivel de desarrollo/preparación académica y otros). Esta relación positiva fue encontrada en todas las categorías (con excepción de la memoria) y para todos los grupos de edad (aunque fue más fuerte la relación en el grupo de edad de 4-7 años y 11-13 años, comparados con los rangos de edad de 8-10 años y 14-18). Por otro lado, Colcombe y Kramer (2003) en un metaanálisis que estudió los efectos del ejercicio físico en las funciones cognitivas en adultos reportaron que los mayores efectos fueron relativos al ejercicio aeróbico para las funciones ejecutivas y tareas que requerían control cognitivo. Hillman y colaboradores en el año 2009 demostraron que correr en una cinta durante 20 minutos mejoraba la ejecución de un grupo de niños en una tarea de conflicto. La tarea consistía específicamente en discriminar la dirección de una flecha presentada en el centro de la pantalla, que a veces aparecía flanqueada de otras flechas que apuntaban en la misma dirección («>>>>»), ensayos congruentes) o en la dirección opuesta («><>>»), ensayos incongruentes).

Los niños realizaban la tarea en reposo o inmediatamente después de la sesión de ejercicio aeróbico. Los resultados mostraron una mayor exactitud de respuesta en los ensayos incongruentes después de realizar el esfuerzo físico (el análisis del registro EEG mostró que el componente P300 tenía una mayor amplitud para los ensayos incongruentes en la sesión desarrollada después del esfuerzo físico que en la sesión de reposo). Este resultado nos indicó que se ejerció un mayor control cognitivo (necesario para resolver el conflicto en los ensayos incongruentes) después del ejercicio (ver figura 11). En síntesis, podemos decir que no son iguales los efectos del ejercicio físico en todas las variables cognitivas evaluadas hasta la fecha. Los mayores efectos se han visto en las tareas de funciones ejecutivas.

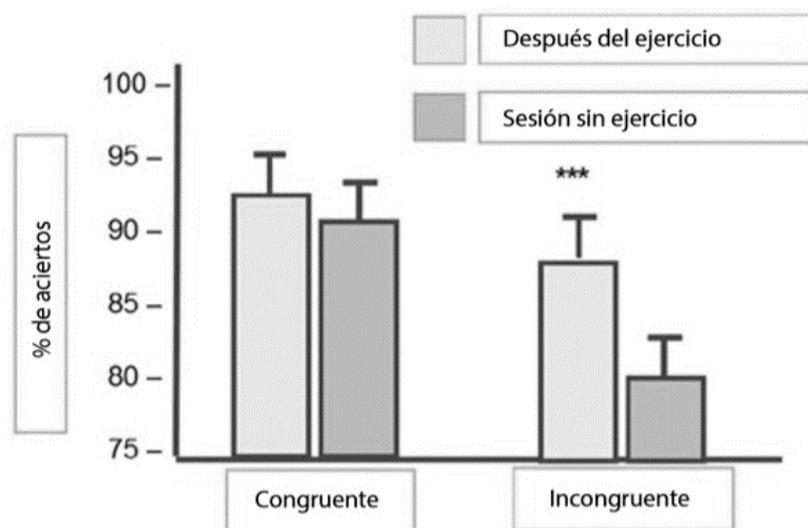


Figura 10. Porcentaje de aciertos en ensayos con dirección congruente e incongruente de los niños después de sesión con y sin ejercicio (adaptado de imagen de Hillman y cols., 2009).

2. El ejercicio físico necesita de antemano una mejora en la condición cardiovascular para lograr los efectos positivos en las funciones cognitivas. Estudios controlados con asignación aleatoria de participantes han sido utilizados usualmente para comparar los efectos de un programa de ejercicios de resistencia orientado a la mejora de la condición cardiovascular con un programa de estiramientos que no afecta la condición cardiovascular. De esta forma, se intentan aislar los efectos de mejora de

la condición cardiovascular sobre las variables cognitivas. El problema surge debido a que recientes estudios han sugerido que la actividad física de baja intensidad como la asociada a programas de coordinación también puede tener un impacto beneficioso en la cognición, contrario a lo que siempre se había pensado. Por otro lado, Hötting y cols. (2012) pudieron demostrar que tanto el grupo que recibió un programa de ciclismo de tipo aeróbico como el de estiramientos/coordinación fueron capaces de mejorar la memoria episódica en adultos de edad media. Sin embargo, estos resultados no excluyen una relación entre la capacidad cardiovascular y las variables cognitivas estudiadas. En este mismo estudio se pudo de determinar una correlación positiva entre la variable condición cardiovascular medida con VO₂ máx. y la memoria episódica. Se ha de hacer notar que la condición cardiovascular fue capaz de explicar según este autor solo una pequeña cantidad de la variación en la variable cognitiva (8%). Por lo tanto, es necesario identificar factores adicionales mediando la conexión entre el ejercicio físico y las funciones cognitivas. La condición cardiovascular parece tener efectos en el sistema nervioso central a través de mecanismos de difusión como lo son el incremento del flujo sanguíneo o el suministro de nutrientes, así como a través de mecanismos neurales directos como el aumento de la neurogénesis y sinaptogénesis. En síntesis, por lo que se sabe hasta ahora, no sería necesario previamente una mejora de las capacidades cardiovasculares para obtener una mejora en las funciones cognitivas, tanto ejercicio de moderada o baja intensidad pueden tener efectos cognitivos.

3. La tercera razón sugiere que los efectos cognitivos de la actividad física están relacionados a tipos específicos de ejercicio. Hay pocos estudios que utilizan otro ejercicio alternativo al ejercicio aeróbico. Estudios en animales han demostrado que el entrenamiento aeróbico mejora la memoria espacial, pero a través de mecanismos distintos; mientras que el ejercicio aeróbico modulaba el BDNF hipocampal, el entrenamiento de la resistencia puede tener efectos más pronunciados en el IGF-1 central. En estudios en humanos, se ha reportado mejor rendimiento en una tarea de búsqueda visual después de un entrenamiento con ejercicios de coordinación comparados con ejercicios de relajación y estiramiento en adultos. Por otro lado, los datos de imágenes cerebrales han revelado cambios funcionales

en las áreas frontales y parietales durante una tarea ejecutiva que solamente superpuso parcialmente cambios funcionales.

Por otro lado, evidencia reciente ha mostrado que existen diferentes efectos del ejercicio dependiendo de la edad de los niños y niñas. En una actual revisión sistemática (2019) se propusieron compilar los efectos en la salud del ejercicio físico en menores de 6 años. Encontraron que mayores niveles de actividad física se relacionan con indicadores más favorables de salud ósea y adiposidad/composición corporal. Sin embargo, la evidencia aun es limitada para mostrar conclusiones relacionadas a los efectos de la actividad física en la cognición en pre-escolares.

Investigaciones recientes de los efectos cognitivos del ejercicio físico se han comenzado a centrar en el estudio de la memoria en niños. En un estudio se compararon los efectos en la memoria verbal a largo y corto plazo en niños de 11 a 12 años de una sesión de 40 minutos de ejercicio tipo circuito versus juegos de equipo. Los resultados mostraron que la memoria verbal a corto plazo mejoró solamente con los juegos en equipo, mientras que la memoria a largo plazo mejoró tanto después del ejercicio en circuito como con los de juego en equipo. Estos resultados muestran que, a pesar de los indudables beneficios que la actividad física aporta sobre los aspectos cognitivos, la relación entre la actividad física y la cognición es sumamente compleja y que no todos los tipos de ejercicio mejoran todos los aspectos cognitivos. Algunos de estos estudios sugieren que el entrenamiento aeróbico de alta intensidad o el de coordinación también pueden ser candidatos a mejorar las funciones cognitivas.

Actividad física y rendimiento escolar

Actuales investigaciones se han focalizado en la relación entre la actividad física y el rendimiento académico en niños de edad escolar, de esta forma determinar si la participación en actividades físicas tiene una relación positiva o negativa en el rendimiento académico. Las últimas revisiones han concluido que entregando a los niños la oportunidad de estar periódicamente activos durante la jornada escolar (a través de clases de educación física, recreos) se puede mejorar el rendimiento escolar especialmente en test estandarizados de matemáticas y lectura o al menos no deteriorarlo, mientras que al mismo tiempo se puede promover una mejor salud física. Un reporte del 2010 del Centro de control y la prevención de enfermedades

de los Estados Unidos (CDC, sigla en inglés) refuerza esta idea. En el reporte se indica que la atención, conducta y rendimiento académico de los niños eran positivamente influenciados por la actividad física realizada durante la jornada escolar. Si bien en algunas revisiones solo se ha podido encontrar efectos beneficiosos de la actividad física a corto plazo sobre el rendimiento académico y en otras existen divergencias entre resultados (probablemente, como acabamos de explicar debido a las diferentes técnicas o variables cognitivas usadas), en lo que se está de acuerdo es que el incremento en la cantidad de tiempo dedicado en la actividad física no está acompañado de un declive en el rendimiento académico. Las implicaciones de este hallazgo deberían ser importantes para promover una mejor salud física en niños de edad escolar, sin una pérdida de otros beneficios educacionales. Se han llevado a cabo una gran variedad de investigaciones, con metodologías muy diversas, por ejemplo, algunas donde los niños a través de autoreportes o los profesores con la lista de asistencia a clases determinaban la cantidad de actividad física que realizaban. Por otro lado, se han llevado a cabo estudios de tipo ensayos controlados aleatorios, estudios transversales y longitudinales. En términos generales, todos han encontrado una relación positiva entre la actividad física y los logros académicos. Un buen ejemplo de estudios longitudinales es un estudio realizado por Aberg y colaboradores en el 2009, quienes estudiaron la relación entre la resistencia cardiovascular, inteligencia y rendimiento académico en más de un millón de personas de 18 años. Los resultados de este estudio demostraron que la resistencia cardiovascular estaba asociada con el rendimiento y la inteligencia. En cambio, los valores de fuerza muscular no tenían relación con los resultados académicos (volveremos a hablar de este estudio cuando hablemos sobre la reserva cognitiva). Por otro lado, evaluaciones de corte transversal han examinado que tener una pobre capacidad aeróbica se asocia con un descenso del rendimiento académico en áreas de matemática y lectura. Diferentes estudios en Estados Unidos han usado test estandarizados para evaluar la condición física, como el test Fitnessgram. (El cual evalúa áreas de capacidad aeróbica, composición corporal, fuerza y flexibilidad) y los han comparado con los logros académicos (para estos efectos se han usado test como: test de logros académicos de California, test estandarizado de logros académicos de Illinois y el test de logros de evaluación comprensiva de Massachusetts). Todos han encontrado idéntica asociación entre componentes del rendimiento aeróbico, los logros académicos en general y logros en el área matemática entre el 3º y 9º grado. En relación a la cantidad de ejercicio cardiovascular que puede entregar un

programa de intervención podemos entender que existen dos grandes tipos de estudios. Programas de ejercicio crónico y programas de ejercicio agudo. Veamos un poco más sobre estos dos tipos de programas:

- Los estudios con ejercicio cardiovascular crónico analizan las mejoras cognitivas después de un programa de ejercicio de larga duración (más de 4 semanas). Este tipo de ejercicio se basa en la evidencia biológica de que se necesitan estímulos repetidos de la actividad física para generar adaptaciones a largo plazo que mejoren las funciones cognitivas. Resultados de ensayos aleatorios con grupo control corroboran la asociación positiva entre el rendimiento aeróbico y logro académico. Por ejemplo, en un estudio donde controlaron por dos años a 1.490 niños, el grupo experimental que realizó 90 minutos por semana de actividad física, de moderada a vigorosa, exhibió un aumento en el rendimiento académico en general y logros en las áreas de lectura, ortografía y aritmética usando el Wechsler Individual Achievement test 2^o edition. Efectos que no se pudieron observar en el grupo control.
- Los estudios que evalúan el impacto del ejercicio cardiovascular agudo en las funciones cognitivas lo hacen en solo una sesión de ejercicio. En estos estudios los efectos son evaluados inmediatamente después de realizar la actividad física. Por ejemplo, un estudio de mayo del 2013 realizado por la American College of Sports Medicine observó que alumnos de 4^o y 5^o de primaria que corrían o hacían ejercicio vigoroso durante 10 minutos antes de un examen de Matemáticas obtenían mejores resultados que aquellos alumnos que no hacían ejercicio. Este tipo de estudios tiene grandes aplicaciones en las escuelas y colegios ya que permite mejorar aspectos cognitivos específicos. El uso de este ejercicio se basa en las adaptaciones moleculares del ejercicio, la liberación de sustancias como por ejemplo noradrenalina o BDNF.

Por otro lado, actuales publicaciones han descubierto que la talla y el peso de los escolares por sí solos no guardan relación directa con su rendimiento académico, a diferencia de las horas de actividad física que se realizan diariamente. En un artículo publicado el 2013, en *The Journal of Pediatrics* se reunieron datos relacionados a la actividad física de cada alumno medida a través del tiempo que corrían en el día, el índice de masa corporal y los resultados académicos obtenidos en las áreas de inglés y matemáticas según los criterios nacionales de calificación. Se observó que

existía una relación positiva entre la cantidad de actividad física que realizaban los alumnos y los resultados académicos obtenidos y, por otro lado, que la talla no tenía ninguna relación. Así, alumnos que tenían un ligero sobrepeso pero que hacían ejercicio obtenían mejores notas que aquellos que estaban más delgados, pero tenían poca forma física. Ahora bien, teniendo clara la asociación entre actividad física y cognición, ¿qué se sabe sobre cómo el ejercicio es capaz de modificar el aprendizaje de los niños?, ¿de qué forma lo logra en caso de que ocurra? Un estudio de investigadores de la Universidad de Illinois de Hillman, Kramer y colaboradores, publicado en la revista PLOS One en el 2013, intentó dar luces sobre esto. Se tomó como muestra a niños y niñas de entre 9 y 10 años. Se examinó su resistencia cardiovascular medida con Vo₂ máx. en una trotadora y luego se sometió a los 24 niños(as) con mejores resultados y a los 24 niños(as) con peores resultados a pruebas de memorización. Cuando los niños debían resolver las pruebas de memorización se deban dos casos:

1. En las pruebas que se realizaron tras un periodo de memorización en el que los niños habían sido examinados varias veces, casi todos los niños obtuvieron resultados similares.
2. Sin embargo, en aquellas pruebas que se habían realizado sin un refuerzo previo del aprendizaje por medio de test o pruebas previas, los niños que obtuvieron significativamente mejores resultados fueron aquellos que habían obtenido mejores valores en las mediciones aeróbicas. Concluyendo que, a mejores niveles de rendimiento físico (resistencia cardiovascular) mejor será el rendimiento que tendrán los alumnos ante situaciones desafiantes. Así, cuanto más difícil de aprender es algo, más se beneficiará el niño de una buena condición física para lograrlo.

¿Y el ejercicio tiene efectos cognitivos a largo plazo? Los efectos acumulativos del ejercicio en el largo plazo son uno de los temas más discutidos sobre los efectos cognitivos del ejercicio. En un estudio, que ya habíamos mencionado antes, realizado en Suecia por Aberg, en el que participaron más de un millón de suecos entre los años 1950 y 1976, se tomaron datos de condición física y test de inteligencia en participantes a los 15, 18, y luego entre los 28 y 54 años. Como ya habíamos avanzado en páginas anteriores, Aberg y sus colaboradores determinaron que aquellos que tenían mayor resistencia cardiovascular (no muscular) en la adolescencia también fueron los que tuvieron mayores

puntuaciones en los test de inteligencia global y verbal, y en general comprensión verbal y pensamiento lógico y matemático. Tal vez lo más importante de este estudio fue que muchos de estos jóvenes fueron evaluados casi 50 años más tarde y se descubrió que la resistencia aeróbica presentada a los 18 años guardaba una relación directa y positiva con el nivel socioeconómico y los logros académicos en la edad adulta (mejores empleos y mayor probabilidad de obtener títulos universitarios). Independiente de que en los años posteriores hayan seguido o no haciendo ejercicio, aquellos que habían practicado ejercicio físico en su juventud demostraban tener mejores habilidades mentales durante el envejecimiento (ver figura 12). Esto tiene que ver con lo que se conoce como reserva cognitiva (capacidad neuroprotectora ante ciertas enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer). Antes se pensaba que los efectos de la práctica del ejercicio físico no eran acumulativos y que el ejercicio que se realizaba en la niñez no influía en absoluto (si luego no se continuaba practicando) durante el envejecimiento. Al parecer esto no es así. A pesar de toda la evidencia que se tiene sobre los efectos cognitivos del ejercicio físico, se sabe relativamente poco respecto a qué tipo de ejercicio físico es más efectivo para mejorar cada aspecto cognitivo y cuáles son las características ideales de frecuencia, intensidad y duración para la optimización cognitiva. Hasta ahora toda la información, que incluye investigaciones animales y en humanos, indica que el ejercicio cardiovascular es probablemente el más efectivo.

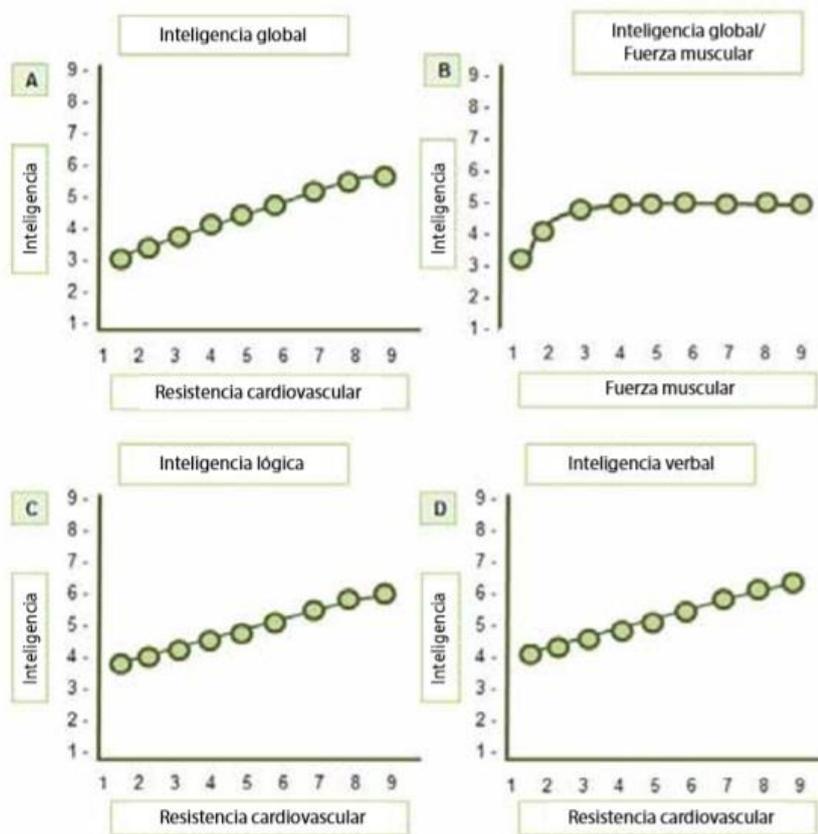


Figura 11. Ejercicio e inteligencia a largo plazo. En los gráficos A, B y C se muestra la correlación positiva que existe entre la capacidad intelectual y la resistencia cardiovascular en cada una de las pruebas (de inteligencia global, lógica y verbal) pero no en el B, el cual es la correspondencia con la fuerza muscular (recuperado de Alberg y cols., 2009).

CAPÍTULO 5

Discapacidad, inclusión y un estilo de vida activo en la infancia y adolescencia

María José Solís Grant

Alan Martínez Aros

Discapacidad e Inclusión, conceptos y contexto.

La discapacidad y sus conceptualizaciones han sido diversas a lo largo de la historia, se hace necesario entonces, revisar estos conceptos, tener un lenguaje unificado y situarse en los paradigmas actuales y reconocidos internacionalmente.

La discapacidad, durante muchos siglos, ha tenido lamentablemente, representaciones sociales negativas y las consecuencias de esto, se han relacionado con procesos constantes de exclusión, segregación, discriminación y menoscabo hacia las personas en esta condición.

Los diversos paradigmas, tienen en común que la mayoría de ellos ha situado a la discapacidad como una condición inherente a las personas, dejando en ellas la responsabilidad de “normalizar” esta situación e intentar “encajar” de alguna forma en los procesos vitales y participativos, según las estandarizaciones vigentes en las sociedades. Lamentablemente esta conceptualización se mantiene arraigada en muchos profesionales de las áreas de salud y educación, que centran su atención en los diagnósticos y en la realización de acciones para acercar a las personas en situación de discapacidad (PeSD) a la norma social establecida.

Desde la década de los ´70, surgieron, en diversos países, movimientos de y para PeSD, los cuales se enfocaban en resaltar que las barreras sociales son las que impiden la participación plena y en igualdad de condiciones de las PeSD, es en este periodo entonces, en donde comienza a sacarse el foco de la discapacidad como un “problema de las personas” y se traslada a los factores externos a ellas, surgen consignas como “nada sobre nosotros sin nosotros”, que comienzan a dar paso a un nuevo paradigma que se relaciona con el enfoque de derechos, la autonomía, vida independiente e inclusión social.

Actualmente, podemos encontrarnos con diversas definiciones de discapacidad, según el autor o dependiendo del área desde la que se observe, sin embargo, ya es universal el reconocimiento del entorno, como facilitador o barrera para el logro de la inclusión. La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF), entrega algunos conceptos que buscan unificar el lenguaje en discapacidad, salud y temas relacionados, dentro de esto, da protagonismo a las barreras ambientales, las cuales al interactuar con una persona que presenta alguna condición de salud determinada, genera limitaciones en la actividad y/o restricciones en la participación,

y es en esta interacción en donde se produce la “situación de discapacidad”, es decir, la discapacidad es un término genérico que abarca muchos elementos y no sólo el diagnóstico médico o condición de salud (OMS, 2001, 2011) (fig.1). La propuesta de la CIF, se realizó el año 2001 y sigue vigente en su última actualización del año 2011.

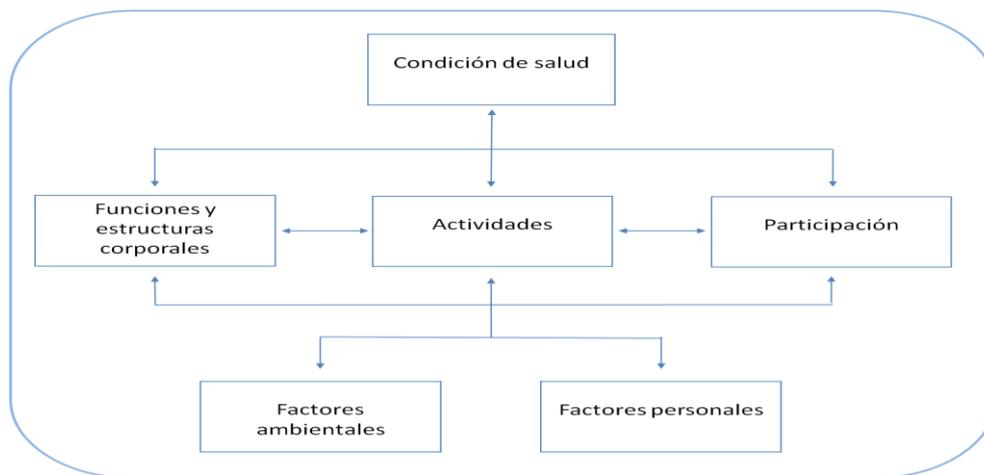


Figura 12. Ilustración que se propone en la CIF, sobre los componentes que participan en la conceptualización de discapacidad. En el cuadro superior está la condición de salud, debajo de este, hay 3 cuadros, en el primero están las funciones y estructuras corporales, en el segundo las actividades y en el tercero la participación. En una tercera línea debajo de los anteriores se observan 2 cuadros, en el primero están los factores ambientales y en el segundo los factores personales. Finalmente existe una serie de flechas bidireccionales hacia todos los componentes, indicando su interacción (OMS, 2001, 2011)

Por otro lado, es importante también, tener claro el uso del lenguaje correcto en discapacidad ya que existen muchos términos que actualmente están obsoletos por ser ofensivos o inapropiados, sin embargo, se siguen utilizando masivamente, incluso en los medios de comunicación; así por ejemplo es incorrecto utilizar el concepto “minusválido” ya que por el origen de la palabra nos indica que una persona es menos valiosa que otra, tampoco es correcto decir “personas con capacidades diferentes”, ya que todos tenemos diversas capacidades y por lo tanto, las mismas agrupaciones de y para PeSD, a través de sus representantes internacionales ha solicitado no utilizar este concepto, ya que invisibiliza a un colectivo que aún no está incluido a cabalidad en la sociedad y que por lo tanto, es necesario distinguir del resto de las personas; así podríamos continuar nombrando un sinnúmero de conceptos errados, entre ellos, “lisiado”, “no vidente”, “sordomudo”,

etc, lo importante es saber qué es lo correcto, y en este sentido los lineamientos internacionales son claros y proponen el término “Persona en Situación de Discapacidad”, de esta forma, se reconoce que dependiendo del entorno una persona con una condición de salud determinada, puede o no verse restringida de su participación plena, es decir, el entorno puede determinar “situaciones” que generen o no la discapacidad. También se acepta el término “Persona con Discapacidad”, ya que está de esta forma incorporado en la convención internacional de las personas con discapacidad (ONU, 2006) y en la ley chilena, número 20.422 que establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de PeSD (República de Chile, 2010).

En la siguiente tabla se muestran los conceptos correctos e incorrectos, que en nuestro país son promovidos desde el Servicio nacional de discapacidad (Senadis).

Conceptos Correctos	Conceptos Incorrectos
Persona en situación de discapacidad Persona con discapacidad	Persona con capacidades diferentes Deficiente – Enfermito – Que sufre discapacidad
Persona en situación de discapacidad física o de origen motor Persona con discapacidad física	Minusválido – inválido – lisiado Paralítico – Cojo
Persona en situación de discapacidad cognitiva o de origen intelectual Persona con discapacidad intelectual	Mongolito – retardado Retrasado mental
Persona en situación de discapacidad psíquica o psiquiátrica Persona con discapacidad psíquica	Loco – demente Trastornado Raro
Persona ciega Persona en situación de discapacidad visual	No vidente – invidente Cieguito
Persona sorda Persona en situación de discapacidad auditiva Persona con discapacidad auditiva	Sordomudo Sordito
Lengua de Señas	Lenguaje de Señas

Tabla 3. Uso correcto del lenguaje en discapacidad. Tabla Adaptada desde Senadis, Chile.

La importancia del ambiente o entorno dentro de la generación de situaciones de discapacidad va mucho más allá de las barreras arquitectónicas ya que también incluye, por ejemplo, los sistemas y servicios, las políticas públicas, el acceso a la información y lo más importante la disposición y actitud de las personas hacia la

discapacidad, lamentablemente muchas veces, éstas últimas son las barreras más difíciles de derribar.

La CIF, también propone, que los factores ambientales, puede comportarse como facilitador o como barrera (fig. 2), además una barrera puede cambiar y transformarse en facilitador y viceversa. Por otro lado hay que considerar que un factor ambiental puede ser una barrera para una persona, pero no para otra, así por ejemplo, para una persona que utiliza silla de ruedas, será una barrera encontrarse con una escalera, sin embargo, para una persona sorda, lo más probable es que no lo sea, de aquí la importancia de considerar la opinión de las PeSD al momento de generar planes, programas o adecuaciones en distintos ámbitos.

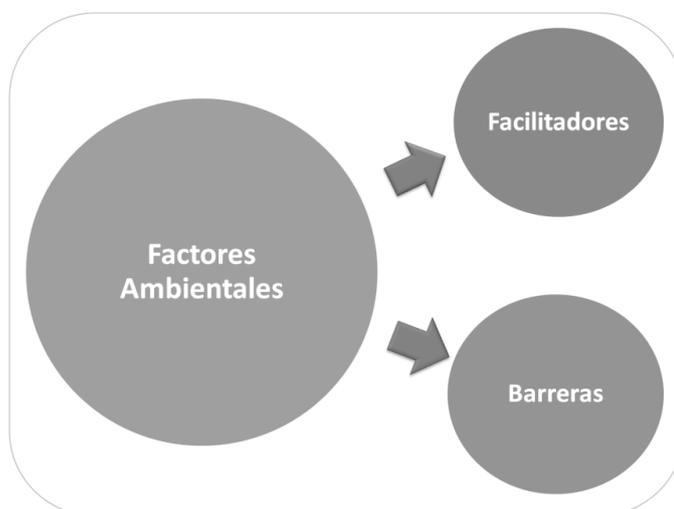


Figura 13. Ilustración que resume la propuesta de la CIF en cuanto a factores ambientales. A la izquierda se observa un círculo que contiene los factores ambientales y desde él salen 2 flechas hacia la derecha, cada una de ellas llega a un círculo más pequeño, en uno están los facilitadores y en el otro las barreras.

Ahora bien, si nos enfocamos en la población infantil y adolescente, se da en forma natural, la participación social a través del juego y la actividad física, pero ¿Qué pasa con los niños(as), adolescentes y jóvenes en situación de discapacidad?, ¿están participando de estas instancias en igualdad de condiciones con los demás y en ambientes inclusivos?, nuestra sociedad en general ¿se está comportando como facilitador o como barrera en estos procesos? Si nos detenemos a pensar, en la proporción de población infantil que se encuentra en situación de discapacidad

en nuestro país, que corresponde a un 5,6% según el último estudio nacional de discapacidad (la población total de PeSD, corresponde a un 16;7%) (Servicio nacional de discapacidad [Senadis], 2016), ¿Existe realmente esta proporción de niños(as) participando? Si así fuese, nos encontraríamos habitualmente con niños(as) en situación de discapacidad en los parques, escuelas, cumpleaños infantiles, etc y con jóvenes en situación de discapacidad, participando con sus pares en diversos deportes, asistiendo a gimnasios o formando parte de equipos escolares de deportes inclusivos. Lamentablemente la realidad en nuestro país, aún dista mucho de esto, pese a que se ha avanzado en leyes y normativas, desde lo declarado en la convención de los derechos del niño(a), que dentro de sus principios fundamentales indica la no discriminación, el desarrollo y protección (United Nations Children's Fund [Unicef] 1989), hasta la convención internacional de los derechos de las personas con discapacidad, que reconoce que es obligación del estado que todos los niños y niñas con discapacidad gocen plenamente de todos los derechos humanos en igualdad de condiciones (ONU, 2006), esta última convención fue la base para ley 20.422 en Chile y las políticas públicas que de ésta han derivado. ¿Qué hace falta entonces? Ir gradualmente derribando las barreras de todo tipo y aportar activamente al cambio de paradigma, que nos lleve a ser una sociedad inclusiva, está en nuestras manos avanzar y promover esta cultura, inculcando el valor de la diversidad desde etapas tempranas en la vida y para todos los ámbitos de participación.

Hasta aquí nos queda clara la visión que hoy se promueve hacia la discapacidad, ahora, antes de sumergirnos en temas específicos de educación física inclusiva y deporte adaptado, es necesario tener también claro el concepto de “inclusión” ya que hoy en día, más que nunca es un concepto que suele estar en muchos discursos, sin embargo, en el nivel operativo aún no se concreta a cabalidad.

En el ámbito de la educación, el concepto de inclusión también está en muchas normativas, legislaciones y políticas públicas, es así como una de sus definiciones, más utilizadas se relaciona con la realización de procesos que permitan que todos los niños y niñas progresen y avance en el aprendizaje y participación (Booth y Ainscow, 2015; Unesco, 2015), sin embargo existe una conceptualización mucho más amplia, que en general se ha planteado desde el área de las ciencias sociales por diferentes autores durante las últimas décadas, quienes ven el continuo de “inclusión-exclusión social” problematizándolo desde un fenómeno social complejo que incluye todos los ámbitos de la vida y no sólo lo educativo (Knight, 1999;

Lindblad y Popkewitz, 2001; Graham y Sille, 2008; Pelletier, 2011), éste concepto amplio también ha sido descrito desde la Unesco, reconociendo que lo educativo es sólo una parte de la inclusión, la definición que propone es la siguiente “la inclusión es un fenómeno que responde positivamente a la diversidad de las personas y a las diferencias individuales, entendiendo que la diversidad no es un problema, sino una oportunidad para el enriquecimiento de la sociedad, a través de la activa participación en la vida familiar, en la educación, en el trabajo y en general en todos los proceso sociales, culturales y en las comunidades” (Unesco, 2005)

Los beneficios de la actividad física para niños(as), adolescentes y jóvenes, en situación de discapacidad, en términos genéricos, serán los mismos que para personas sin discapacidad, lo cual ya está ampliamente descrito, sin embargo, existe un valor agregado al considerar la realización de actividad física inclusiva y esto se relaciona no sólo con la gran oportunidad de sociabilizar y disfrutar del deporte, ocio y recreación para las PeSD, sino que va mucho más allá de eso, ya que la diversidad es inherente al ser humano y sin embargo, se tiende a tener grupos homogéneos desde la infancia temprana, promoviendo la participación de niños(as) similares y uniformes, de esta forma lo único que estamos provocando es privar a las nuevas generaciones, de la riqueza de la diversidad, nos estamos perdiendo la oportunidad de construir una sociedad inclusiva y de valorar e incluso, disfrutar la diversidad y todo lo que de ella podemos aprender, la verdad es que muchas veces estos aprendizajes serán mucho más potentes para los niños y niñas sin discapacidad que para su pares en situación de discapacidad e incluso para nosotros como adultos que guiamos estos procesos, el poder contar con ambientes diversos nos impulsa a avanzar en metodologías innovadoras y nos enseña mucho más de los que imaginamos. No perdamos la posibilidad de disfrutar y aprender de estos espacios, la diversidad es un oportunidad para todos(as) debemos darle el valor y relevancia que merece.

Ahora sí, podemos comenzar a indagar sobre temas más específicos relacionados con la actividad física en PeSD, comenzaremos entonces por diferenciar algunos conceptos. La actividad física adaptada (AFA) se define como “todo movimiento, actividad física y deporte en los que se pone especial énfasis en los intereses y capacidades de las personas con ciertas condiciones, como discapacidad, problemas de salud o personas mayores”, si bien los niños y niñas no están

contemplados bajo esta modalidad, pero si aquellos que se encuentran en situación de discapacidad, se puede considerar que la AFA es un cuerpo de conocimientos interdisciplinar dedicado a la identificación y solución de las diferencias individuales en actividad física, adecuándolas al contexto en el que se desarrollan (Tejero, 2012), podemos destacar, de esta visión la mirada interdisciplinar que nos hace entender que es necesario la participación de un grupo importante de profesionales para poder llevarla a cabo, considerando el contexto y la realidad de cada uno.

Ya que analizaremos la AFA es necesario dar cuenta de un concepto que muchas veces consideramos sinónimos, el “deporte adaptado” y sin embargo, no lo son, ya que la AFA es un paraguas mayor, del cual se desprende el deporte adaptado, es decir, “el deporte adaptado, como una parte más de la AFA, engloba a todas aquellas modalidades deportivas que se adaptan al colectivo de personas con algún tipo de discapacidad, bien porque se han realizado una serie de adaptaciones y/o modificaciones para facilitar la práctica de ese colectivo, o porque la propia estructura del deporte permite su práctica. De esta forma, algunos deportes convencionales han adaptado una serie de parámetros para poder ajustarse a las necesidades del colectivo que lo va a practicar y, en otros casos, el deporte se ha diseñado a partir de las necesidades y especificidades de la discapacidad” (Tejero, 2012), existen otras definiciones necesarias de abordar tales como “deporte paralímpico”, cuya definición según la legislación vigente en nuestro país es: “Cuando el deporte adaptado se desarrolle y practique en la forma y por deportistas señalados en el artículo 8, y D.O. 16.12.2016 (deportista de alto rendimiento) bajo el amparo del Comité Paralímpico, se denominará deporte paralímpico y sus cultores, deportistas paralímpicos” (Ley del deporte Chile, 2016).

En la tabla 4, podemos ver y analizar, 4 definiciones que, si bien se relacionan, no son sinónimos entre sí, éstas son las de AFA, deporte adaptado, deporte paralímpico y Educación Física Inclusiva (EFI).

Actividad Física Adaptada	Deporte Adaptado	Deporte Paralímpico	Educación Física Inclusiva
“Todo movimiento, actividad física y deporte en los que se pone especial énfasis	Engloba a todas aquellas modalidades deportivas que se adaptan al colectivo de personas con	Quando el deporte adaptado se desarrolle y practique en la forma y por deportistas	Es una filosofía y práctica que asegura que todos los individuos, independientemente de su edad y habilidad, tienen

en los intereses y capacidades de las personas con ciertas condiciones, como discapacidad, problemas de salud o personas mayores” (Tejero, 2012)	algún tipo de discapacidad, bien porque se han realizado una serie de adaptaciones y/o modificaciones para facilitar la práctica de ese colectivo, o porque la propia estructura del deporte permite su práctica. (Tejero, 2012)	señalados en el artículo 8, y D.O. 16.12.2016 (deportista de alto rendimiento) bajo el amparo del Comité Paralímpico, se denominará deporte paralímpico y sus cultores, deportistas paralímpicos (Ley del deporte Chile, 2016).	iguales oportunidades de práctica en actividad/educación física (Reina, 2019).
--	--	---	--

Tabla 4. Definiciones de Actividad física adaptada, deporte adaptado, deporte paralímpico y Educación Física Inclusiva.

Definitivamente el paraguas mayor es la AFA que como podemos ver no solo se enfoca en PeSD, sino que apunta a otros grupos que requieren modificaciones para poder practicar actividad física, en el caso del deporte adaptado, al pasar a deportes propiamente tal, nos lleva a un tipo de actividad física que está reglada y por tanto considerada deporte, esta misma se modifica o adapta para las PeSD. Toda persona que práctica actividad física con o sin buscarlo termina compitiendo ya sea con otros o consigo mismo, con el fin de mejorar sus marcas, esto nos da pie para acercarnos al deporte paralímpico, el cual es administrado a nivel internacional por el comité paralímpico y como vemos en la definición propuesta en nuestro país, se centra en quienes practican a nivel de alto rendimiento, por ultimo nos acercamos a una actividad de participación fundamental como es la educación, y es aquí, donde se hace énfasis en que esta mirada de educación física inclusiva no apunte solo a PeSD, al contrario busca que todas y todos puedan participar y beneficiarse de ella, para cada una de estas propuestas es necesario conocer el contexto y formarse para desarrollarlas de buena forma.

Recomendaciones y beneficios de la Educación física Inclusiva

Después del análisis de las distintas definiciones, nos adentraremos en la inclusión educativa, centrados ya en el contexto específico de la educación física, es así que podríamos considerar la inclusión como un proceso en el que personas con diversas capacidades, comparten el mismo espacio, materiales y actividades que sus compañeros y compañeras. De esta manera, la EFI sería una filosofía y práctica

que asegura que todos los individuos, independientemente de su edad y habilidad, tienen iguales oportunidades de práctica en actividad/educación física (Manuel Reina, 2019).

Queremos dejar unas recomendaciones como aporte para quienes quieran favorecer la inclusión social de las PeSD, para ello utilizaremos, lo recomendado por el autor Manuel Reina, quien es un investigador y referente internacional en el tema:

De una manera más específica, Sanz y Reina (2012) y Reina et al. (2016) hacen una síntesis de los principales aspectos de las tareas de educación física que son susceptibles de ser modificaciones/adecuados a las necesidades del alumnado con algún tipo de afección funcional, social, de recepción y procesamiento de la información, o de comunicación, entre otras:

a) Participantes u organización del grupo.

Se refiere al número de participantes que actúan a un mismo tiempo para obtener un objetivo común, con beneficio para sí mismo o el resto de su equipo/grupo. Dependiendo de las características del alumnado, aumentaremos o reduciremos el número de participantes para modificar la dificultad del objetivo.

b) Patrones de movimiento o habilidades motrices.

En cada juego o actividad, los participantes deberán desarrollar una serie de habilidades motrices, tales como saltar, desplazarse o manejar objetos. En la mayoría de los casos se combinan este tipo de habilidades durante un juego o deporte, por lo que el nivel de complejidad varía según la dificultad y simultaneidad de las acciones requeridas.

c) Organización y táctica.

Nos referimos a la organización y disposición de los participantes en el espacio (parejas, tríos, pequeños o grandes grupos), y en ello que radica tanto el objetivo del juego como la complejidad del mismo. Para conseguir un objetivo común, se utilizarían diferentes tácticas que faciliten la consecución de los mismos, en las que los participantes se dispondrán de una manera determinada para facilitar su participación en las tareas. Por ejemplo, si contamos con algún alumno o alumna con dificultades en la actividad de desplazamiento, éste se situaría de tal manera que tanto él como su equipo se vean favorecidos para conseguir anotar (por ej.

distancias más cortas o zonas restringidas), siempre teniendo en cuenta su seguridad (por ej. mantener una distancia mínima)

d) Reglas.

Puesto que lo que pretendemos es crear un ambiente inclusivo en el aula, a la hora de realizar adaptaciones en la normativa de deportes o actividades físicas, nos centraremos en el bloque de las adaptaciones de acceso al curriculum (anteriormente denominadas adaptaciones curriculares no significativas), ya que de esta forma los objetivos no son modificados y, por tanto, no afectan al resto del grupo. Asimismo, el docente siempre tendrá en cuenta que las adaptaciones curriculares grupales nunca podrán suponer agrupamientos discriminatorios para el alumnado. Podremos variar el número de jugadores, golpes, baremos de las pruebas y/o sistema de puntuación, además debemos tratar de evitar, en la medida de lo posible normas que conlleven la eliminación de jugadores.

e) Tiempo.

La duración de la actividad influye tanto en el tipo de capacidades a trabajar en el alumnado, así como en el rendimiento de los mismos. En periodos de tiempo más breves, el alumnado trabaja de una forma más explosiva, por lo que alumnos con deficiencias en la orientación o con movilidad reducida, probablemente les resulte más complicado y necesiten esforzarse más para conseguir el mismo objetivo que sus compañeros/as. Se recomienda tiempos de actividad más breves alternados con pequeños descansos en los que a la vez que se recuperan, el profesor puede realizar variaciones en el juego, feedback acerca del desarrollo del mismo, etc.

f) Material.

A la hora de realizar la elección de material, dispondremos de dos opciones que nos faciliten la participación de todos los alumnos/as: creación de nuevo material o la adaptación de materiales ya disponibles. Por ejemplo, con un alumno con parálisis cerebral o daño cerebral con dificultades para agarrar un stick de hockey, podemos utilizar esparadrapo para que el mango tenga un tamaño adecuado y pueda ser agarrado y manejado con facilidad por ese alumno/a.

Considerando ahora, los beneficios de la EFI, en este capítulo hemos querido relevar, que la incorporación de las niñas y niños a la educación física bajo un

enfoque inclusivo, no solo tiene beneficios en las PeSD, sino también en su entorno, fundamentado en “La ideología clave de la inclusión, basada en que una educación separatista no resulta igualitaria. Sin embargo, la inclusión no se define simplemente por la educación conjunta de alumnos y alumnas con y sin discapacidad, sino que va mucho más allá que eso. La inclusión en si es un conjunto de actitudes que ofrecen un ambiente educativo en el que se contemplan el apoyo, respeto y comprensión de las diferencias de cada individuo. Además, todos y cada uno de los estudiantes participan activamente sin importar la raza, género, habilidades motrices o capacidades” (Reina, 2016), sin duda estos valores le dan un significado mayor a la oportunidad que debe existir en el medio educativo. Pero no solo beneficia a los compañeros de los niños en situación de discapacidad, sino que también, a todos quienes se involucran en la comunidad educativa, un ejemplo de ello son los “Resultados obtenidos en estudios realizados en distintos países los que refuerzan la idea de que los docentes que reciben formación específica para atender a los alumnos con discapacidad tienen reacciones más efectivas y actitudes más favorables que los que no la han recibido, aumentado la confianza del profesor y cambiando las creencias de inclusión en positivo” (Reina, 2016). Sin duda un beneficio para todos y todas.

Es un hecho científicamente comprobado, que la actividad físico-deportiva es un elemento beneficioso para la salud y factor de protección frente a enfermedades y factores de riesgo asociados a estilos de vida sedentarios y que la inactividad física es entendida al día de hoy, como un problema de salud pública, dada las consecuencias que tiene a todos los niveles. Imaginemos entonces los beneficios que tiene en personas con algún tipo de discapacidad, a sabiendas que tienen menos posibilidad de acceso a estas prácticas, la movilidad suele estar condicionada por el tipo de discapacidad y que debe realizarse una evaluación previa del tipo de actividad física recomendada según discapacidad o trastorno de la salud. (Simón, 2016)

Según Vallbona (2003), si los beneficios de la actividad física para la salud de la población general están plenamente consensuados, en el caso de las personas con discapacidad estos beneficios son aún más relevantes, puesto que gran parte de la independencia funcional que pueden alcanzar dependerá de su acondicionamiento físico, incluso, y de manera muy reciente, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), indica en sus últimas recomendaciones los beneficios para personas con discapacidad de la actividad física regular: mejora cardiovascular y

condición física, mejora de la salud mental y mejora de las habilidades para la vida diaria. Incluso han de realizarse adaptaciones concretas según tipo de discapacidad en las prescripciones de ejercicio que garanticen el éxito del programa (ACSM, 2003), (Simón, 2016).

Beneficios de la actividad física adaptada en población infantil y adolescente con Parálisis Cerebral.

Si bien se cuenta con evidencia en actividad física adaptada esta se reduce al buscar en edad pediátrica, para esta publicación centraremos la búsqueda en los niñas, niños y adolescentes con Parálisis Cerebral de quienes se cuenta con más información para validar la recomendación del uso de la AFA en esta condición de salud.

Entonces podemos decir que la participación de niños/adolescentes con algún tipo de trastorno en actividades recreativas y deportes ha sido un importante aliado en la promoción de la calidad de vida. Además de aumentar la capacidad física, minimizar la falta de esta y promover la inclusión, el deporte está asociado con la reducción de comportamientos mal adaptativos y a la mejora de la autoestima y de las competencias sociales en niños con discapacidad (Feitosa 2017).

Desde la experiencia en el mundo de la rehabilitación física, hace mucho sentido lo propuesto por el siguiente autor ya que releva la importancia de difundir y educar en cuanto a los beneficios de la AFA "La Academia Americana de Pediatría recomienda la promoción de la participación en actividades recreativas y deporte, y advierte que los padres y pediatras pueden sobrestimar los riesgos o ignorar los beneficios de la actividad física en niños con discapacidad. (Feitosa 2017), es así como los padres sobreprotectores tienden a tener miedo de incorporar a sus hijos a la AFA, aquí la recomendación es hacerles ver que toda disciplina deportiva tiene algún riesgo independiente de la condición del niño y que los beneficios son mayores que los riesgos.

La Parálisis cerebral (PC) es considerada como la condición de discapacidad más frecuente en la infancia. La parálisis cerebral causa limitaciones en las actividades, lo que se puede observar en la menor participación de estos individuos en la vida en comunidad, en deportes y actividades recreativas. Tal como se plantea en el

inicio de este capítulo, el modelo propuesto por la OMS a través de la CIF, prioriza la función como un componente de la salud, y enfatiza que los objetivos y resultados de las intervenciones propuestas para estos niños deberían estar relacionados con la actividad y participación social (Feitosa 2017).

El consumo máximo de oxígeno alcanzado durante el ejercicio maximal progresivo hasta el agotamiento es considerado por la OMS, como el mejor indicador de la aptitud física aeróbica. Esta variable, expresada comúnmente como el volumen de oxígeno consumido por unidad de tiempo relativo a la masa corporal (ml/kg/min), es también un indicador válido para el nivel de salud y un poderoso predictor de mortalidad tanto para cualquier individuo, independiente de su condición de salud. Existe fuerte evidencia científica que jóvenes con baja capacidad aeróbica están más asociados a demostrar factores adicionales para enfermedades cardiovasculares, tales como una elevada presión sanguínea y niveles de colesterol en plasma. Además de un indicador de salud, puede ser útil para proveer una evaluación cuantitativa del cambio en la condición de las personas, por ejemplo, después de un programa de ejercicios de rehabilitación o puede ser de ayuda para el monitoreo de un entrenamiento atlético (Verschuren, 2010).

Es así como la capacidad aeróbica en sujetos con PC está por debajo de los sujetos sanos, especialmente en niñas con PC. Esta disminución a través de la infancia hacia la adolescencia podría estar explicada por el hecho que las mujeres con PC tienen menores niveles de actividad física (Verschuren, 2010).

Estudios han sugerido que aquellos individuos con PC son menos activos que sus pares más capaces corporalmente. Comparaciones con conjuntos de datos normativos sugieren que aquellos adolescentes con PC tienden a participar en actividad física de menor intensidad comparado con sus pares sin discapacidad. Es así que se ha descrito un proceso circular por lo cual una persona con una enfermedad crónica o discapacidad experimentan menos actividad física (AF), lo que lleva luego a un ciclo de desacondicionamiento, más deterioro físico y reducción en la actividad. La evidencia nos plantea como niños de 7 años con PC ya tienen una disminución en los resultados de VO₂peak en comparación a sus pares. La introducción temprana a estilos de vida más activa que incluya la promoción de la actividad física puede ser beneficiosa en el futuro en su salud y función para niños con PC (Verschuren, 2010).

Cabe destacar también, qué ocurre con la espasticidad y cómo esta va a impactar en los niños con PC en relación con la reducción del VO₂peak. Esta espasticidad puede generar obstrucción del retorno venoso en la musculatura de las piernas, lo que puede conllevar a una disminución en el gasto cardíaco, como consecuencia, una disminución en aporte de oxígeno a los músculos que están en trabajo (Verschuren, 2010).

Los niños con parálisis cerebral (PC) tienen una menor capacidad de ejercicio aeróbico y un mayor costo de oxígeno para las actividades de la vida diaria las consecuencias pueden ser la fatiga y el mantenimiento del nivel bajo de actividad física. Por lo tanto, las intervenciones que mejoran la captación máxima de oxígeno (VO₂peak) pueden resultar en un menor costo de oxígeno ambulatorio en proporción a la cantidad total de energía y por lo tanto, hay más recursos de energía disponibles para la actividad diaria (Lauglo 2016).

En la adultez, los patrones de actividad se moldean en patrones aeróbicos. Esto haría más importante la capacidad aeróbica con el incremento de la edad y especialmente importante para los adolescentes de esta muestra. Los fisioterapeutas pueden considerar programas de acondicionamiento físico para niños y adolescentes con PC espástica, familiarizándolos con el ejercicio en la escuela o en la comunidad. Los hábitos de vida saludables y activos creados a una edad temprana comienzan con la experiencia, el éxito y la satisfacción derivados de los beneficios de un buen programa de ejercicios (Verschuren, 2010).

Con respecto al comportamiento muscular en los niños con PC podemos destacar un tamaño muscular reducido, indicado por volumen muscular reducido, área de la sección transversal, grosor y longitud del vientre, en comparaciones de músculos paréticos y típicamente en desarrollo y de músculos paréticos y no paréticos. Dado que ASTF (área de sección transversal fisiológica) puede calcularse a partir de la relación del volumen muscular a la longitud del fascículo, y que las diferencias en el volumen muscular tienden a ser más pronunciadas que las diferencias observadas en las longitudes de los fascículos musculares, parece razonable sugerir que el volumen muscular reducido es un determinante importante de ASTF reducida, y por lo tanto la capacidad de producción de fuerza del músculo, en individuos con parálisis cerebral espástica (Barrett 2010).

Sin embargo, hay evidencia que sugiere que las células musculares de individuos con espasticidad son severamente atroficas. Se ha informado que las fibras

musculares espásticas tienen, en promedio, menos de un tercio del tamaño de las fibras normales de los músculos de las extremidades superiores en personas con contracturas en flexión de muñeca (Barrett 2010).

Ante estas condiciones funcionales del músculo en personas con PC, se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza durante un período de 3 meses aumentó el volumen del músculo gastrocnemio. Otros estudios también informaron mejoras en la fuerza después del entrenamiento de resistencia en individuos con PC espástica, pero con cambios modestos o no medibles en la función. Sin embargo, el mayor beneficio potencial del entrenamiento de resistencia en individuos con parálisis cerebral espástica puede ser mantener la fuerza muscular por encima del umbral requerido para realizar actividades funcionales y, por lo tanto, mantener la movilidad durante un tiempo más largo (Barrett 2010). Sin duda todos estos impactos pueden repercutir en la posibilidad de mejorar su participación social.

Hay una tendencia hacia un aumento en la masa corporal magra después del período de entrenamiento. Respecto a la masa corporal magra se ha encontrado previamente que aumenta después de 3 meses de HIT en adolescentes con sobrepeso (Lauglo 2016).

En cuanto al impacto en la calidad de vida la participación en deportes y actividades recreativas de niños/jóvenes con algún tipo de discapacidad, a resultado positivo para la promoción de la calidad de vida (QOL) aumentando la capacidad física y la promoción de la inclusión asociándose a una adaptación conductual, mejora del autoestima y competencia social en las PeSD (Feitosa 2017).

En los análisis científicos se observan evidencias positivas de la influencia de la AF en relación al comportamiento y salud mental cuando este se realiza de manera moderada y voluntaria asociándose a mejoras en el estado anímico, cognición, ansiedad y por consecuencia la QOL de los usuarios (Feitosa 2017).

Un estudio verificó el efecto del deporte adaptado en la calidad de vida de los niños y adolescentes con parálisis cerebral y pudo mostrar la mejora significativa en la transferencia y la movilidad, la función de la extremidad superior y la función global.

El efecto positivo del deporte adaptado también se observó en el perfil biopsicosocial de la influencia positiva sobre los síndromes de trastorno de la atención y de los trastornos de hiperactividad por déficit de atención (Feitosa 2017).

La mejora observada es extremadamente relevante, teniendo en cuenta que los niños(as)/adolescentes con parálisis cerebral presentan puntuaciones más bajas de la calidad de vida, y que estas tasas interfieren en su perfil biopsicosocial y emocional. Los niños(as)/adolescentes con parálisis cerebral tienden a depender más de sus padres y realizan menos actividades diarias, con menor participación en actividades sociales y recreativas. Este estudio demostró que el deporte adaptado tuvo un efecto positivo no sólo en la funcionalidad, que es visto como un componente de salud, sino también de la calidad de vida y en el perfil biopsicosocial, los principales objetivos de las intervenciones (Feitosa 2017).

Conclusiones y Reflexiones finales

La AFA es una herramienta poderosa de participación social, no solo desde el punto de vista de reunir a un grupo de personas con una condición similar, sino más bien, por la posibilidad de compartir con otros en diversidad, valorando y disfrutando las diferencias individuales inherentes al ser humano, además de mejorar, sin duda, las capacidades físicas de todos(as) los participantes en general y en particular de quienes se encuentran en situación de discapacidad, ya que en ellos, impactará fuertemente en la autonomía de sus actividades y finalmente permitirá poder enfrentar de mejor manera las barreras presentes en el entorno, ya sean actitudinales o físicas, porque “si estoy entrenado puedo contar con más capacidades para superarlas”, además los cambios psicológicos que acompañan este proceso permiten cambiar la mirada de quienes están en situación de discapacidad para enfrentar la vida mejorando la autoestima y de quienes los rodean disminuyendo los prejuicios y estigmas asociados, fijando la atención en las capacidades de cada uno y no en los déficit.

Se hace necesario contar con profesionales preparados en esta temática para evitar generar subestimación de capacidades o al contrario generar sobrecargas en quienes practiquen AFA, ambas acciones realizadas por no contar con una correcta guía pueden llevar a las PeSD a alejarse de la práctica de actividad física o deportes y claramente lo que buscamos es todo lo contrario, incentivar la inclusión y participación en igualdad de condiciones para todas las áreas de la vida.

Capítulo 6

La condición física en la infancia y adolescencia

Rafael Zapata Lamana

Introducción

La condición física hace referencia a la capacidad que posee una persona para realizar actividad física y/o ejercicio físico. Además, constituye una medida integrada de las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividad física o ejercicio. Estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica. Así, un alto o buen nivel de condición física involucra una buena respuesta coordinada de todas ellas. Por el contrario, tener una mala o una baja condición física podría indicar un mal funcionamiento de una o varias de esas funciones.

La condición física relacionada con la salud se define como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor, y hace referencia a aquellos componentes de la condición física que tienen relación con la salud: a) la capacidad aeróbica; b) la capacidad músculo-esquelética; c) la capacidad motora, y d) la composición corporal.

El interés sobre el estudio de la condición física relacionada con la salud en la infancia y adolescencia se ha ampliado hace más de una década aproximadamente, con la realización de importantes estudios científicos que han desarrollado diversos grupos de investigación, siendo uno de los referentes principales en esta temática el grupo de investigación Profith de la Universidad de Granada, España, liderado por los investigadores Jonatan Ruiz, Francisco Ortega y Cristina Cadenas.

El nivel de condición física se puede evaluar objetivamente mediante diversas pruebas de laboratorio y test de campo. Las pruebas de laboratorio tienen la ventaja de que se realizan bajo unas condiciones muy controladas, sin embargo, su uso es limitado cuando se quiere evaluar la condición física en el contexto escolar, así como en estudios epidemiológicos. Por otra parte, las pruebas de campo son una buena alternativa a las pruebas de laboratorio por su fácil ejecución, escasos recursos económicos necesarios, ausencia de aparataje técnico sofisticado, así como de tiempo necesario para realizarlos. Además, se puede evaluar a un gran número de niños y niñas de forma simultánea.

Existen diversas baterías de test para evaluar la condición física en niños y adolescentes. Igualmente, existen numerosos test para evaluar cada uno de los componentes de la condición física. Por ejemplo, el estudio ALPHA (Assessing Levels of Physical Activity and fitness), evaluación de los niveles de actividad física

y condición física), es un proyecto financiado con fondos europeos y cuyo objetivo fue proponer una batería de instrumentos para evaluar la actividad física y la condición física de una forma comparable en los países miembros de la Unión Europea. El requisito fundamental era que los test de campo debían estar relacionados con la salud presente y futura del niño o adolescente, y debían ser válidos, fiables, seguros y fáciles de realizar en contexto escolar, así como en estudios epidemiológicos

En base a la evidencia científica disponible, la evaluación de la condición física relacionada con la salud ha adquirido una gran importancia no solo desde el punto de vista del rendimiento deportivo, sino también y, sobre todo, desde el punto de vista clínico y de salud pública. Por este motivo y con el propósito de divulgar una de las baterías más utilizadas en la infancia y adolescencia, a continuación, se presentan los esquemas de referencia de las pruebas para los distintos componentes de la condición física relacionados con la salud en la infancia y adolescencia. Para mayor profundización de estas baterías, sugerimos revisar la web del grupo de investigación que las diseñó: <http://profith.ugr.es/>

Figura 14: Batería de condición física PREFIT para niños en edad preescolar (3 a 5 años) que ha demostrado ser fiable en este grupo de edad.

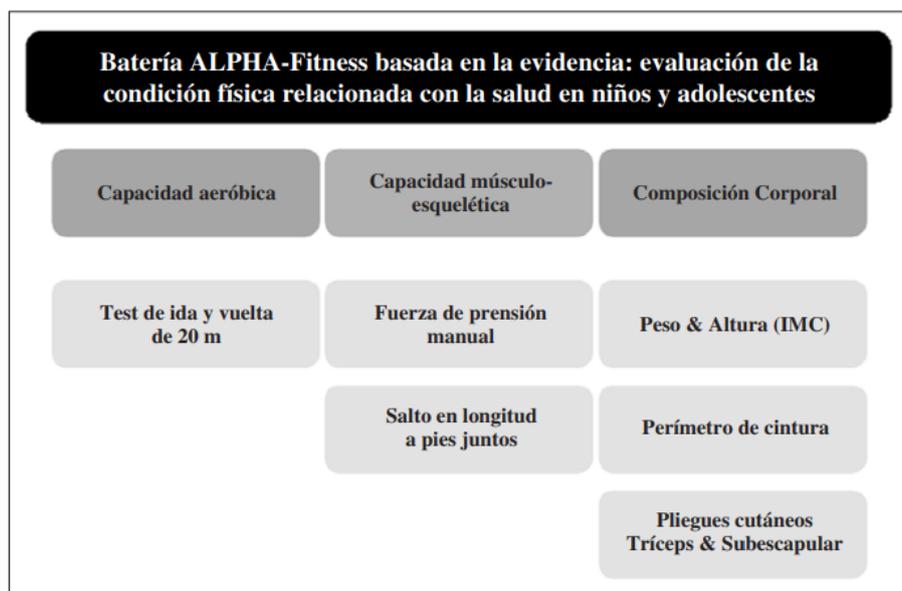


Figura 15. Batería ALPHA-Fitness basada en la evidencia.

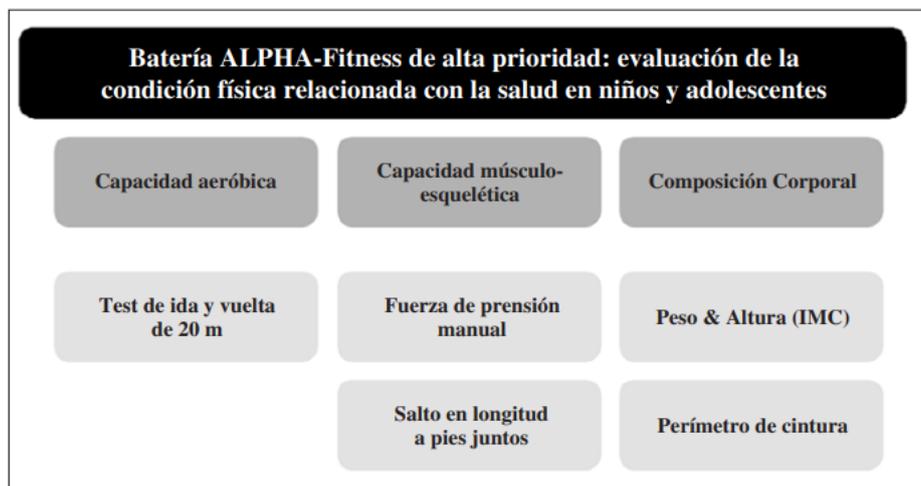
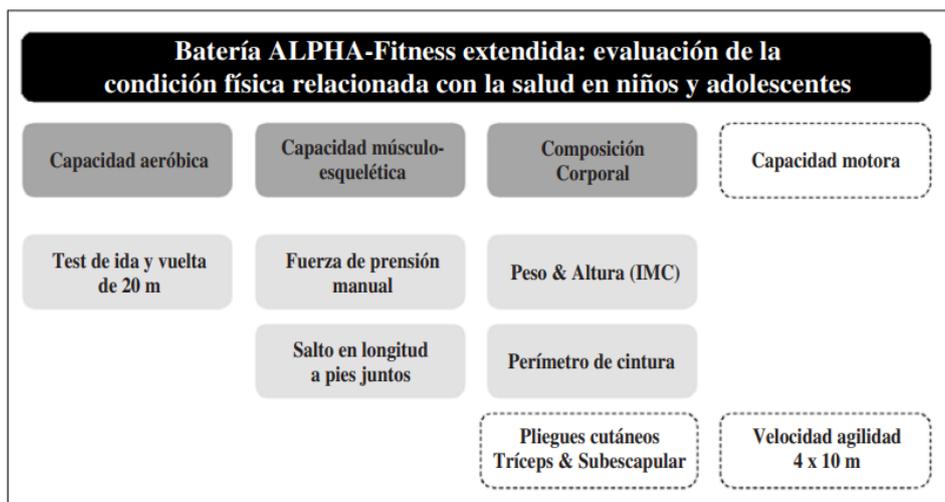


Figura 16. Batería ALPHA-Fitness de alta prioridad.



Intervenciones basadas en ejercicio físico de intervalos de alta intensidad para mejorar la condición física en la infancia y adolescencia.

Los beneficios proporcionados por la actividad física para la salud integral se han reportado para diferentes poblaciones. En esta dirección, la actividad física es un componente crítico entre niños y adolescentes debido a su relación positiva con el bienestar fisiológico, la cognición y las mejoras en la función metabólica. Ya comentamos que se sugiere que los niños y adolescentes deben participar en al menos 60 minutos actividad física moderada o vigorosa que incorpore actividades para una buena salud cardiovascular y actividades basadas en la fuerza.

En este sentido, diferentes estudios han informado que el tiempo y la intensidad de la práctica de actividad física en la infancia y adolescencia es insuficiente. Con base en esta evidencia, el compromiso con la actividad física diaria y sostenida de esta población parece difícil de lograr y recientemente, las escuelas se han propuesto como los principales impulsores de la promoción de la salud. Las escuelas son los lugares perfectos y más confiables para implementar actividades para mejorar los niveles de actividad física, ya que aquí es donde los niños pasan más de la mitad de su día y las intervenciones basadas en la evidencia deben considerarse como un objetivo educativo, científico y sanitario.

En la misma dirección, durante la última década, varias publicaciones importantes han informado sobre los efectos del ejercicio aeróbico y particularmente, de entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) en poblaciones jóvenes. El HIIT es un tipo de entrenamiento caracterizado por ráfagas breves y repetidas de ejercicio intenso seguido de períodos de descanso o ejercicio de baja intensidad. Los beneficios del HIIT en atletas son bien conocidos, y por esta razón, las aplicaciones clínicas de este tipo de entrenamiento están ganando popularidad por sus cambios favorables en factores de riesgo metabólico y cardiovascular mediante la manipulación de variables como la intensidad, los intervalos y el tipo de ejercicio.

Entre los niños y adolescentes, el HIIT ha mostrado mayores mejoras en variables del perfil cardiovascular a pesar del menor tiempo de entrenamiento comparado con protocolos continuos moderados. Más recientemente, García Hermoso et al. (2016) informó en un metaanálisis que el ejercicio basado en HIIT debe considerarse una intervención preventiva y eficiente en el tiempo en comparación con otros tipos de entrenamiento para mejorar presión arterial y aptitud cardiovascular en jóvenes con

obesidad. Además, este tipo de entrenamiento parece reportar mejores niveles de adherencia, al menos en esta población.

Además, incluso con respecto a la evidencia actual de que apoya la eficacia de HIIT en los factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes, la aplicabilidad de este tipo de ejercicio en un entorno más natural o "real", como la escuela sigue siendo desconocida. Por estas razones, la identificación de los enfoques metodológicos y beneficios para la salud del HIIT en un contexto escolar proporciona evidencia de la utilización correcta y segura por parte de los profesores. Nuestro grupo de investigación recientemente publicó una revisión sistemática de la literatura que profundizó sobre el uso de esta modalidad de ejercicio en el contexto escolar. El objetivo de esta revisión sistemática fue sintetizar las características de las intervenciones actuales que utilizan HIIT en un entorno escolar y su efecto en diferentes variables de salud de. Los principales resultados mostraron que el 75% de las intervenciones se realizan durante la clase de educación física, lo que hace que la incorporación de actividades más vigorosas sea confiable y posible dentro de un contexto escolar. De acuerdo con esta observación, se ha demostrado la importancia de incluir la actividad física en las escuelas y más importante que modular su intensidad como eje fundamental para el incremento del nivel de actividad física y las mejoras de la aptitud cardiovascular en niños y adolescentes.

Las características de cada intervención son obligatorias para conocer su práctica porque las principales estrategias que buscan HIIT están orientadas al contexto deportivo o clínico, por lo que el enfoque y la adaptación adecuada son fundamentales para diferentes poblaciones. Con respecto a la modalidad HIIT, se observó que un alto porcentaje de las intervenciones utilizaron correr (58%) y juegos físicos (33%) para inducir o modular la intensidad durante las clases, mientras que un porcentaje menor utilizó equipos estáticos o de laboratorio, como cicloergómetro o cintas de correr (17%). La investigación ha demostrado que los sprints cortos pero intensos tienen efectos importantes sobre los indicadores metabólicos y cardiovasculares en adultos, pero también en adolescentes obesos, por lo que sugerimos que las actividades basadas en HIIT deberían fomentarse e incluirse en cualquier intervención escolar que busque mejoras en las variables de salud. Como ejemplo, Weston et al informaron que una intervención con HIT que incluía carreras de velocidad y movimientos deportivos redujo los triglicéridos (-26%), la circunferencia de la cintura (-3,9%) y un aumento de 16 minutos en actividades

espontáneas de intensidad moderada en 101 adolescentes, con solo con 4 a 7 repeticiones de actividad física de alta intensidad de 45 segundos durante 10 semanas.

También se encontró que la herramienta principal para controlar la intensidad era la frecuencia cardíaca (FC). La intensidad >90% de la frecuencia cardíaca fue la más utilizada con intervalos que iban de 4-16 con una duración de 10 a 360 segundos. Lasser y cols. Informaron recientemente que más de 3 semanas al 70% de la FC de HIIT tienen un impacto importante en el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) con solo 6 intervalos de 40 s. Es importante mencionar que, a pesar de la mejora de la FC, este tipo de entrenamiento no indujo ningún cambio significativo en el estado nutricional cuando se compara con un entrenamiento de baja intensidad (40% FC), el autor implica que el HIIT es una herramienta importante para la FC, pero tiene un pequeño impacto en la pérdida de grasa corporal, al menos entre los adolescentes.

Es importante mencionar que la duración de las intervenciones es crítica para inducir los cambios esperados. Costigan y cols., En una revisión sistemática, describieron que la principal causa de los cambios en el estado nutricional en esta población fue la duración de las intervenciones, donde parece ser de 8 semanas la duración mínima para ver cambios importantes en la composición corporal. Nuestros resultados mostraron que la duración de las intervenciones fue de 2 a 28 semanas con una media de $8,56 \pm 2,86$ semanas, por lo que proponemos que 8 semanas es un periodo adecuado para ver resultados sobre el estado nutricional con HIIT como la principal modalidad de ejercicio. Tampoco ninguno de estos estudios consideró intervenciones nutricionales como el asesoramiento, lo que se informó que es esencial para reducir el peso en los niños. Como mencionamos, incluso si HIIT es capaz de promover mejoras en los cambios antropométricos, la mayoría de las intervenciones en esta revisión informan cualquier cambio importante que dificulte establecer si entre el protocolo algunos de ellos tienen un impacto importante en esta variable, este aspecto resulta de un área de gran interés público especialmente conociendo los niveles actuales de obesidad entre niños y adolescentes.

Curiosamente, HIIT informa cambios importantes en la FC y en los marcadores de salud independientemente de la pérdida de peso. Detectamos que HIIT indujo cambios positivos en VO_{2max} y en la percepción subjetiva del esfuerzo en intervenciones realizadas dentro de la escuela. Incluso con diferencias entre las

intervenciones, el aumento de la intensidad del ejercicio per se es una característica válida que debe incluirse para mejorar la salud de los niños.

Por otro lado, la evidencia mostrada que el ejercicio en sí mismo tiene un impacto importante en los parámetros neurocognitivos. Las intervenciones de ejercicio han reportado mejoras en las variables cognitivas fundamentadas por cambios fisiológicos, estos han mostrado especialmente una mejora en las funciones ejecutivas (por ejemplo, control de atención, memoria de trabajo y objetivos de meta) en los que la condición física es el principal impulsor de la cognición. Se encontraron solo dos estudios que buscan variables cognitivas con la intervención HIIT y en ambos informaron cambios favorables. En relación con este tema, el análisis sobre la relación directa entre cognición y HIIT merece más atención por parte de la comunidad educativa y científica, que debería incluir variables cognitivas con los cambios de intensidad del ejercicio en las escuelas.

Finalmente, incluso si pudiéramos encontrar una amplia gama de intensidades, frecuencias, volúmenes y variables asociadas con el HIIT en un entorno escolar, aún falta evidencia para establecer un protocolo único para una aplicación práctica, para esto las investigaciones a largo plazo son necesarias. A partir de ahora, esta intervención debe incluir parámetros de salud fisiológica que permitan conocer las barreras para el cumplimiento de este tipo de entrenamiento, ya que los resultados son mixtos en este tema. Incluso con la creciente evidencia que relaciona los efectos del HIIT en los cambios fisiológicos, hay un pequeño volumen de estudios que enfocan su interés en aclarar la relación de la modalidad de ejercicio con el bienestar y la salud psicológica, en contraste, la mejora de la salud psicológica está relacionada con la actividad física.

Algunos estudios han evaluado los efectos de HIIT en los cambios de humor donde no muestran cambios en esta variable, pero informan un mejor disfrute y diversión por esta modalidad de entrenamiento. Estos resultados son de gran interés especialmente pensando en la adherencia al ejercicio, porque el disfrute es una variable predictiva de continuidad de la práctica. Cabe destacar que se necesitan más datos bajo protocolos que la comparación permitida de personas con diferentes niveles de intención de práctica de ejercicio. Solo unos pocos estudios han intentado dilucidar el efecto del HIIT en las variables psicológicas con resultados mixtos sobre los avances en el disfrute y el afecto. Pero datos más recientes señalan que los adolescentes obesos tienen una mejor adherencia y deleite con las actividades

adaptadas de HIIT. Este resultado es prometedor para la adherencia a la actividad física que es muy baja durante los primeros años de vida (Zapata Lamana et al, 2019).

Bibliografía

Abbott, R. D., White, L. R., Ross, G. W., Masaki, K. H., Curb, J. D. y Petrovitch, H. Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA*, 200, Sep. 22; 292(12): 1447-53.

Aguilar, A., Llamas, F., & López-Fernández, V. (2015). Aportaciones para la educación psicomotriz, aprendizajes lectoescritores y la asimilación del esquema corporal en niños/as de 5 años. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 4(33), 219–227.

Alvarez C, Ramirez-Campillo R, Ramirez-Velez R, Izquierdo M. Effects of 6-weeks high-intensity interval training in schoolchildren with insulin resistance: Influence of biological maturation on metabolic, body composition, cardiovascular and performance non-responses. *Front Physiol*. 2017;8:444. doi: 10.3389/fphys.2017.00444. [PubMed: 28706490]. [PubMed Central: PMC5489677].

Anderson VA, Anderson P, Northam E, Jacobs R, Catroppa C. Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Dev Neuropsychol*. 2001;20(1):385–406. doi: 10.1207/S15326942DN2001_5. [PubMed: 11827095].

Avilés, J., Borrego, F., López, G., López, F., & Díaz, A. (2018). Design and validation of a psychomotor profile evaluation scale in early childhood education. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(4), S421–S431. <https://doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.26>

Baena, A., & Ruiz, P. (2016). El juego motor como actividad física organizada en la enseñanza y la recreación. *Revista Digital de Educación Física*, 38(1), 73–86.

Baker JS, Buchan DS, Malina RM, Thomas NE. Benefits of high intensity anaerobic exercise for adolescents and school children. *Br J Sports Med*. 2019.

Bao, J. X., Kandel, E. R., Hawkins, R. D. Involvement of presynaptic and postsynaptic mechanisms in a cellular analog of classical conditioning at Aplysia sensory-motor neuron synapses in isolated cell culture. *The Journal of Neuroscience*. 1998, Jan. 1; 18(1): 458-66.

Barrett, R. S., & Lichtwark, G. A. (2010). Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(9), 794-804

Bavelier, D, Neville, H. J. Cross-modal plasticity: where and how? *Nature Review Neuroscience*, 2002 Jun; 3(6): 443-52.

Bayod, S., Del Valle, J., Canudas, A. M., Lalanza, J. F., Sánchez-Roige, S., Camins, A et al. Long-term treadmill exercise induces neuroprotective molecular changes in rat brain. *Journal of Applied Physiology*, 2011, Nov.; 111(5): 1380-90.

Becker, D., McClelland, M., Loprinzi, P., & Trost, S. (2014). Physical activity, self-regulation, and early academic achievement in preschool children. *Early Education and Development*, 25(1), 56–70. <https://doi.org/10.1080/10409289.2013.780505>

Black, J. E., IsAAcs, K. R., Anderson, B. J., Alcantara, AA y Greenough, W. T. Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences, EE. UU.*, 1990, Jul.; 87(14): 5568-72.

Blair, S. N. y Morris, J. N. Healthy hearts and the universal benefits of being physically active: physical activity and health. *Annals of Epidemiology*, 2009, Apr.; 19(4): 253-6.

Booth, T., Simón, C., Sandoval, Echeita, G., y Muñoz, Y. (2015). Guía para la Educación Inclusiva. Promoviendo el Aprendizaje y la Participación en las Escuelas: Nueva Edición Revisada y Ampliada. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(3), 5-19.

Brudzynski, S. M. y Gibson, C. J. Release of dopamine in the nucleus accumbens caused by stimulation of the subiculum in freely moving rats. *The Brain Research Bulletin*, 1997, Jan; 42(4): 303-8.

Buchan DS, Ollis S, Young JD, Cooper SM, Shield JP, Baker JS. High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. *BMC Public Health*. 2013;13:498. doi: 10.1186/1471-2458-13-498. [PubMed: 23705968]. [PubMed Central: PMC3666892].

Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*. 2013;43(5):313–38. doi: 10.1007/s40279-013-0029-x. [PubMed: 23539308].

Camacho-Cardenosa A, Brazo-Sayavera J, Camacho-Cardenosa M, Marcos-Serrano M, Timon R, Olcina G. Effects of high intensity interval training on fat mass parameters in adolescents. *Rev Esp Salud Publica*. 2016;90:e1–9. [PubMed: 27869113].

Carlson JA, Saelens BE, Kerr J, Schipperijn J, Conway TL, Frank LD, et al. Association between neighborhood walkability and GPS-measured walking, bicycling and vehicle time in adolescents. *Health Place*. 2015;32:1–7. doi: 10.1016/j.healthplace.2014.12.008. [PubMed: 25588788]. [PubMed Central: PMC5576349].

Carro, E., Núñez, A., Busiguina, S., Torres-Aleman, I. Circulating insulinlike growth factor I mediates effects of exercise on the brain. *Journal of Neuroscience*, 2000, Apr. 15; 20(8): 2926-33.

Chaddock-Heyman, L., Erickson, K., Holtrop, J., Voss, M., Pontifex, M., Raine, L., ... Kramer, A. (2014). Aerobic fitness is associated with greater white matter integrity in children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(1), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00584>

Chaouloff, F. Physical exercise and brain monoamines: a review. *Acta Physiologica Scandinavica*, 1989, Sep.; 137(1): 1-13.

Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 2006, Nov.; 61(11): 1166-70.

- Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y Aprendizaje*, 11(41), 131–142. <https://doi.org/10.1080/02103702.1988.10822196>
- Cooke, S. F., Bliss TVP. Plasticity in the human central nervous system. *Brain*, 2006, Jul.; 129(Pt 7): 1659-73.
- Cortés, A., & Garcia, G. (2017). Estrategias pedagógicas que favorecen el aprendizaje de niñas y niños de 0 a 6 años de edad en Villavicencio- Colombia. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 10(1), 125–143. <https://doi.org/10.15332/s1657-107x.2017.0001.06>
- Cotman, C. W., Berchtold, N. C. Physical activity and the maintenance of cognition: learning from animal models. *Alzheimer's & Dementia*. 2007, Apr.; 3(2 Suppl.): S30-7.
- Crimi, E., Ignarro, L. J., Cacciatore, F., Napoli, C. Mechanisms by which exercise training benefits patients with heart failure. *Nature Reviews Cardiology*. 2009, Apr; 6(4):292-300.
- Cueto, S., Prieto, J., Nistal, P., Abelairas-Gómez, C., Barcala-Furelos, R., & López, S. (2017). Teachers' perceptions of preschool children's psychomotor development in Spain. *Perceptual and Motor Skills*, 124(4), 725–739. <https://doi.org/10.1177/0031512517705534>
- Das, M., Deepeshwar, S., Subramanya, P., & Manjunath, N. (2016). Influence of yoga-based personality development program on psychomotor performance and self-efficacy in school children. *Frontiers in Pediatrics*, 4(62), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fped.2016.00062>
- Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, Garcia-Pinillos F, Latorre-Roman P. Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: A pilot trial. *Eur J Pediatr*. 2018;177(7):1019–27. doi: 10.1007/s00431-018-3149-3. [PubMed: 29680994].
- Delgado-Lobete, L., & Montes-Montes, R. (2017). Perfil y desarrollo psicomotor de los niños españoles entre 3 y 6 años. *Sportis Sci J*, 3(3), 454–470. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Delgado-Mero, D. (2016). El juego como método para el desarrollo de las habilidades motoras en la preparatoria. *Dominio de Las Ciencias*, 2(4), 164–178.
- Delgado, L., Montes, R., & Prieto, J. (2016). Prevalencia del retraso psicomotor y su relación con el perfil sensorial en niños de preescolar. *J Hum Growth Dev*, 26(3), 323–330.
- Deslandes, A., Moraes, H., Ferreira, C., Veiga, H., Silveira, H., Mouta, R. et al. Exercise and mental health: many reasons to move. *Neuropsychobiology*, 2009, Jan.; 59(4): 191-8.
- Diario oficial de la República de Chile. Ley número 20.422., Santiago, Chile, 10 de febrero de 2010

Doussoulin-Sanhueza, M. A. Cómo se fundamenta la neurorrehabilitación desde el punto de vista de la neuroplasticidad. *Archivos de Neurociencias*, 2011; 16(4): 216-22.

Díaz, A., & Hernández, R. (1999). Consturctivismo y aprendizaje significativo. In *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Mc Graw Hi, pp. 13–33).

Education Development Center, Centro Colaborador de la Organización Panamericana de la Salud (OPS – OMS) (2007). *Educación y Salud: sentidos de la colaboración y procesos de implementación. Notas y aprendizajes desde la experiencia Iberoamericana.*

Farah BQ, Ritti-Dias RM, Balagopal PB, Hill JO, Prado WL. Does exercise intensity affect blood pressure and heart rate in obese adolescents? A 6-month multidisciplinary randomized intervention study. *Pediatr Obes*. 2014;9(2):111–20. doi: 10.1111/j.2047-6310.2012.00145.x. [PubMed: 23447453].

Farooq, A, Martin, A, Janssen, X, et al. Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2019; 1– 15.

Feitosa, L. C., Muzzolon, S. R. B., Rodrigues, D. C. B., Crippa, A. C. D. S., & Zonta, M. B. (2017). The effect of adapted sports in quality of life and biopsychosocial profile of children and adolescents with cerebral palsy. *Revista Paulista de Pediatria*, 35(4), 429-435

Fernández I, Vásquez H, Vega J, Ubeda C. Efecto de un programa de entrenamiento intermitente de alta intensidad en niños con sobrepeso y obesidad en Arica, Chile. *Interciencia*. 2017;42(3):181–5

Ferrándiz, I. (2014). La inclusión del juego. *Revista de Educación Inclusiva*, 7(1), 96–109.

Floresco, S. B., Todd, C. L. y Grace, AA Glutamatergic afferents from the hippocampus to the nucleus accumbens regulate activity of ventral tegmental area dopamine neurons. *Journal of Neuroscience*, 2001, Jul. 1; 21(13): 4915-22.

Fotiadou, E., Neofotistou, K., Giagazoglou, P., & Tsimaras, V. (2017). The effect of a psychomotor education program on the static balance of children with intellectual disability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1702–1708. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001612>

Fredriksen PM, Hjelle OP, Mamen A, Meza TJ, Westerberg AC. The health Oriented pedagogical project (HOPP) - a controlled longitudinal school-based physical activity intervention program. *BMC Public Health*. 2017;17(1):370. doi: 10.1186/s12889-017-4282-z. [PubMed: 28454531]. [PubMed Central: PMC5410047].

Gallardo, J., & Gallardo, P. (2018). Teorías sobre el juego y su importancia como recurso educativo para el desarrollo integral infantil. *Revista Educativa Hekademos*, 11(24), 41–51. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/324363292_TEORIAS_DEL_JUEGO_COMO_RECURSO_EDUCATIVO

- Garcia-Hermoso A, Cerrillo-Urbina AJ, Herrera-Valenzuela T, CristiMontero C, Saavedra JM, Martinez-Vizcaino V. Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev.* 2016;17(6):531–40. doi: 10.1111/obr.12395. [PubMed: 26948135].
- Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* 2012;590(5):1077–84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725. [PubMed: 22289907]. [PubMed Central: PMC3381816].
- Gligoroska, J. P. y Manchevska, S. The effect of physical activity on cognition - physiological mechanisms. *Mater. Sociomed*, 2012 Jan.; 24(3): 198-202.
- Gobierno de Chile (2011). Estrategia nacional de salud para el cumplimiento de los objetivos sanitarios de la década 2011-2020. Santiago, Chile.
- Gonzalez-Suarez C, Worley A, Grimmer-Somers K, Dones V. Schoolbased interventions on childhood obesity: A meta-analysis. *Am J Prev Med.* 2009;37(5):418–27. doi: 10.1016/j.amepre.2009.07.012. [PubMed: 19840696].
- Graham, L y Slee, R. (2008). An illusory interiority: Interrogating the discourse/s of inclusion. *Educational Philosophy and Theory*, 40(2), 277-293. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2007.00331.x>
- Grilo, L., Henriques, R., Correia, P., & Grilo, H. (2015). Statistical analysis of psychomotor therapy in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *WSEAS Transactions on Biology and Biomedicine*, 12(1), 39–43.
- Grzywniak, C. (2016). Role of early-childhood reflexes in the psychomotor development of a child, and in learning. *Acta Neuropsychologica*, 14(2), 113–129. <https://doi.org/10.5604/17307503.1213000>
- Haskell, W. L., Lee, I. –M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair S. N., Franklin, B. A et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2007 Aug.; 39(8): 1423-34.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., Kramer, A. F. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Review Neuroscience*. 2008, Jan.; 9(1): 58-65.
- Hillman, C. H., Snook, E. M., Jerome, G. J. Acute cardiovascular exercise and executive control function. *The International Journal of Psychophysiology*. 2003 Jun; 48(3): 307-14.
- Holzschneider, K., Wolbers, T., Röder, B. y Hötting, K. Cardiovascular fitness modulates brain activation associated with spatial learning. *Neuroimage*, 2012, Feb. 1; 59(3): 3003-14.
- Hutton JS, Dudley J, Horowitz-Kraus T, DeWitt T, Holland SK. Associations Between Screen-Based Media Use and Brain White Matter Integrity in Preschool-Aged Children. *JAMA Pediatr*. Published online November 04, 2019
- Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Universidad de Chile. (2004). Bases Prioridades y desafío de la promoción de la salud. Santiago, Chile.

- Kee, N., Teixeira, C. M., Wang, A. H. y Frankland, P. W. Imaging activation of adult-generated granule cells in spatial memory. *Nature Protocols*. 2007, Jan.; 2(12): 3033-44.
- Kempermann, G., Fabel, K., Ehninger, D., Babu, H., Leal-Galicia, P., Garthe, A. et al. Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 2010 Jan.; 4: 189.
- Kleim, J. A., Cooper, N. R. y VandenBerg, P. M. Exercise induces angiogenesis but does not alter movement representations within rat motor cortex. *Brain Research*, 2002, Apr. 26; 934(1): 1-6.
- Knight, T. (1999). Inclusive education and educational theory: Inclusive for what? Paper presented at the British Educational Research Association Conference, University of Sussex, Brighton. Recuperado de <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000001106.htm>
- Kramer, A. F. y Erickson, K. I. Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 2007, Aug.; 11(8): 342-8.
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R et al. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 1999 Jul. 29; 400(6743): 418-9.
- Kronenberg, G., Bick-Sander, A., Bunk, E., Wolf, C., Ehninger, D., Kempermann, G. Physical exercise prevents age-related decline in precursor cell activity in the mouse dentate gyrus. *Neurobiology of Aging*, 2006, Oct.; 27(10): 1505-13.
- Kubitz, K. A, Mott, AA EEG power spectral densities during and after cycle ergometer exercise. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 1996 Mar.; 67(1): 91-6.
- Lafenêtre, P., Leske, O., Ma-Högemeie, Z., Haghikia, A., Bichler, Z., Wahle, P. et al. Exercise can rescue recognition memory impairment in a model with reduced adult hippocampal neurogenesis. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2010 Jan.; 3: 34.
- Lauglo, R., Vik, T., Lamvik, T., Stensvold, D., Finbråten, A. K., & Moholdt, T. (2016). High-intensity interval training to improve fitness in children with cerebral palsy. *BMJ open sport & exercise medicine*, 2(1), e000111.
- Laursen PB. Training for intense exercise performance: Highintensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20 Suppl 2:1–10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x. [PubMed: 20840557].
- Lazzer S, Tringali G, Caccavale M, De Micheli R, Abbruzzese L, Sartorio A. Effects of high-intensity interval training on physical capacities and substrate oxidation rate in obese adolescents. *J Endocrinol Invest*. 2017;40(2):217–26. doi: 10.1007/s40618-016-0551-4. [PubMed: 27639403].
- Lavega, P., Filella, G., Lagardera, F., Mateu, M., & Ochoa, J. (2013). Juegos motores y emociones. *Cultura y Educacion*, 25(3), 347–360. <https://doi.org/10.1174/113564013807749731>
- Lavega, P., Prat, Q., Sáez, U., Serna, J., & Muñoz-Arroyave, V. (2018). Aprendizaje basado en la reflexión sobre la acción a través de los juegos

tradicionales. El caso de la pelota sentada. *Cultura y Educación*, 30(1), 142–176. <https://doi.org/10.1080/11356405.2017.1421302>

Ley del deporte Chile, Ley 19712, actualizada 2016, Recuperado de Biblioteca del Congreso Nacional <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=181636&r=3>

Lindblad, S y Popkewitz, T. (2001). Education governance and social integration and exclusion: Studies in the powers of reason and the reasons of power (Uppsala Reports on Education, 39). Uppsala: Uppsala University Recuperado de https://www.gu.se/digitalAssets/1320/1320558_finalreport-egsie2.pdf

Liu JH, Alderman BL, Song TF, Chen FT, Hung TM, Chang YK. A randomized controlled trial of coordination exercise on cognitive function in obese adolescents. *Psychol Sport Exercise*. 2018;34:29–38. doi: 10.1016/j.psychsport.2017.09.003.

Llorens-Martín, M., Torres-Alemán, I. y Trejo, J. L. Exercise modulates insulin-like growth factor 1-dependent and -independent effects on adult hippocampal neurogenesis and behaviour. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 2010 Jun; 44(2): 109-17.

Magnusson, J. E., Cobham, C. y McLeod, R. Beneficial Effects of Clinical Exercise Rehabilitation for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Exercise Physiology on line* 2012; 15(2):71-9.

Manuel Reina. (2019). *Actividad física adaptada para personas en situación de discapacidad*. Santiago de Chile: RIL editores.

Martinez N, Kilpatrick MW, Salomon K, Jung ME, Little JP. Affective and enjoyment responses to high-intensity interval training in overweight-to-obese and insufficiently active adults. *J Sport Exerc Psychol*. 2015;37(2):138–49. doi: 10.1123/jsep.2014-0212. [PubMed: 25996105].

McMorris, T., Collard, K., Corbett, J., Dicks, M. y Swain J. P. A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, 2008, Mar.; 89(1):1 06-15.

Mena I., Bugueño X, Valdés A y cols. *Gestión Institucional “Una gestión democrática para el desarrollo de comunidades de aprendizaje y formación socio afectiva”*. Santiago, Chile.

Mendieta, L., Gayrey, O., Xiomara, M., & Vargas, J. (2019). Incidencia del juego de la rayuela en el desarrollo de la psicomotricidad. *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 22(1), 47. <https://doi.org/10.21503/cyd.v22i1.1738>

Ministerio de Educación (2012). *Bases Curriculares 2012. Educación Básica*. Santiago, Chile

Ministerio de Educación (2018). *Bases Curriculares de la Educación Parvularia*. Santiago, Chile

Ministerio de Salud (2003). *Establecimientos de Educación Promotores de la Salud en Chile: Avances y desafíos*. Santiago, Chile.

Ministerio de Salud (2008). *Establecimientos Educativos Promotores de Salud con Enfoque de Determinantes Sociales de Salud: Propuesta Conceptual basada en Evidencias y Buenas Prácticas*. Santiago, Chile

Ministerio de Salud (2011). Actualización de Orientaciones para Planes Comunales de Promoción de la Salud. Programa de promoción de salud 2011-2015. Santiago, Chile.

Ministerio de Salud (2012). Manual Educativo para Trabajar con Padres y Apoderados de Párvulos. Programa de Promoción y Prevención en Salud Bucal para Párvulos. Santiago, Chile.

Molteni, R., Ying, Z. y Gómez-Pinilla, F. Differential effects of acute and chronic exercise on plasticity-related genes in the rat hippocampus revealed by microarray. *European Journal of Neuroscience*, 2002 Sep.; 16(6): 1107-16.

Organización Mundial de la Salud (1998). Glosario de Promoción de Salud. Ginebra, Suiza.

Organización Panamericana de la Salud (2003). Escuelas Promotoras de la Salud, fortalecimiento de la iniciativa regional. Estrategias y líneas de acción 2003-2012. Washington DC.

Organización de las naciones unidas, ONU. (2006). Convención internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad. United Nations. Recuperada de <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2011). Clasificación Internacional del funcionamiento, la discapacidad y la salud, versión Infancia y adolescencia (CIF-IA), Madrid, España: Ministerio de sanidad, política social e igualdad

Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophía: Colección de Filosofía de La Educación*, 1(93), 110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>

Ottawa charter for health promotion. To move towards a new public health: an international conference sponsored by the World Health Organization, Health and Welfare Canada and the Canadian Public Health Association. Ottawa: 1986.

Pelletier, C. (2011). Beating the barrel of inclusion: Cosmopolitanism through Rabelais and Rancière – A response to John Adlam and Chris Scanlon. *Psychodynamic Practice*, 17(3), 255-272. doi: <https://doi.org/10.1080/14753634.2011.587613>

Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25 Suppl 3:1–72. doi: 10.1111/sms.12581. [PubMed: 26606383].

Pereira, A. C., Huddlestone, D. E., Brickman, A. M., Sosunov, A. A., Hen, R., McKhann, G. M. et al. An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007, Mar. 27; 104(13): 5638-43.

Peyre, H., Hoertel, N., Bernard, J. Y., Rouffignac, C., Forhan, A., Taine, M., ... Ramus, F. (2019). Sex differences in psychomotor development during the preschool period: A longitudinal study of the effects of environmental factors and of emotional, behavioral, and social functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178(1), 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.002>

Pimenta, R. A., Zuchetto, A. T., Bastos, T. y Corredeira, R. Efectos de la natación para jóvenes con trastorno del espectro autista. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2014, in press.

Ploughman, M. Exercise is brain food: the effects of physical activity on cognitive function. *Developmental neurorehabilitation*, 2008, Jul.; 11(3): 236-40

Polanczyk, G. et al. The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *The American Journal of Psychiatry*, 2007; 164: 942-8

Promoción de la salud y equidad: Declaración de la Conferencia Internacional de Promoción de la Salud patrocinada por la OES y el Ministerio de Salud de Colombia. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1992.

Prochaska JO, DiClemente CC. Self change processes, self efficacy and decisional balance across five stages of smoking cessation. *Prog Clin Biol Res*. 1984;156:131-40. [PubMed: 6473420].

Recanzone, G. H., Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Grajski, K. A. y Dinse, H. R. Topographic reorganization of the hand representation in cortical area 3b owl monkeys trained in a frequency-discrimination task. *The Journal of Neurophysiology*. 1992, May.; 67(5): 1031-56

Reiersen, A. M., Constantino, J. N., Volk, H. E y Todd, R. D. Autistic traits in a population-based ADHD twin sample. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* , 2007; 48: 464-72.

Reina, R., Sierra, B., García-Gómez, B., Fernández-Pacheco, Y., Hemmelmayr, I., García-Vaquero, M. P., ... & Roldán, A. (2016). Incluye-T: Educación Física y Deporte Inclusivo. Elche: Limencop SL.

Rowlandson, P. H. y Smith, C. An interagency service delivery model for autistic spectrum disorders and attention deficit hyperactivity disorder. *Child:Care, Health and Development*, 2009; 35: 681-90.

Rhyu, I. J., Bytheway, J. A., Kohler, S. J., Lange, H., Lee, K. J., Boklewski, J. et al. Effects of aerobic exercise training on cognitive function and cortical vascularity in monkeys. *Neuroscience*. 2010, Jun. 2; 167(4): 1239-48.

Rodriguez-Ayllon M, Cadenas-Sanchez C, Esteban-Cornejo I, Migueles JH, Mora-Gonzalez J, Henriksson P, et al. Physical fitness and psychological health in overweight/obese children: A cross-sectional study from the ActiveBrains project. *J Sci Med Sport*. 2018;21(2):179-84. doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.019. [PubMed: 29031643].

Rojas Vega, S., Knicker, A., Hollmann, W., Bloch, W. y Strüder, H. K. Effect of resistance exercise on serum levels of growth factors in humans. *Hormone and Metabolic Research*. 2010, Dec.; 42(13): 982-6.

Russell Pate; Charles Hillman; Kathleen Janz; Peter Katzmarzyk; Kenneth Powell; Andrea Torres. Physical Activity and Health in Children Younger than 6 Years: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 51(6):1282-1291, June 2019

- Sailema, Á., Sailema, M., Amores, P., Navas, L., Mallqui, V., & Romero, E. (2017). Juegos tradicionales como estimulador motriz en niños con síndrome de down. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(2), 1–13.
- Schinder, A. F y Poo, M. The neurotrophin hypothesis for synaptic plasticity. *Trends in Neurosciences*. 2000 Dec.; 23(12): 639-45.
- Seifert, T., Brassard, P., Wissenberg, M., Rasmussen, P., Nordby, P., Stallknecht, B. et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2010, Feb.; 298(2): R372-7.
- Sepúlveda-Villegas, C., Umaña-López, L., & Becerra, L. (2018). Trastorno del espectro autista y psicomotricidad. *Salutem Scientia Spiritus*, 4(2), 61–63.
- Servicio nacional de discapacidad, departamento de estudios. (2016). *II estudio nacional de discapacidad 2015*. Santiago de Chile: Senadis
- Simón, C., Echeita, G., Sandoval, M., & Pérez, E. (2016, May). De las adaptaciones curriculares al diseño universal para el aprendizaje y la instrucción: un cambio de perspectiva. In *Congreso Accesibilidad, ajustes y apoyos*. Proyecto “Madrid sin barreras: discapacidad e inclusión social.
- Sinzig, J., Walter, D. y Doepfner, M. Attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents with autism spectrum disorder: symptom or syndrome? *Journal of Attention Disorders*, 2009; 13: 117-26.
- Soto N, Vidal M. Centros demostrativos en gestión de Escuelas Saludables para el Aprendizaje. *Experiencia Chile 2002 – 2005*. Santiago, Chile.
- Soutullo Esperón, C. (2011). *Guía esencial de psicofarmacología del niño y del adolescente*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Stranahan, A. M., Khalil, D., Gould, E. Running induces widespread structural alterations in the hippocampus and entorhinal cortex. *Hippocampus*, 2007, Jan; 17(11): 1017-22.
- Stork MJ, Banfield LE, Gibala MJ, Martin Ginis KA. A scoping review of the psychological responses to interval exercise: is interval exercise a viable alternative to traditional exercise? *Health Psychol Rev*. 2017;11(4):324–44. doi: 10.1080/17437199.2017.1326011. [PubMed: 28460601].
- Suarez-Pérez, L. (2014) Efectos de la actividad física en niños con trastorno del espectro autista: revisión bibliográfica. Trabajo fin de grado. Universidad de Coruña.
- Swain, R. A., Harris, A. B., Wiener, E. C., Dutka, M. V., Morris, H. D., Theien, B. E. et al. Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience*, 2003, Jan.;117(4):1037-46.
- Teixeira, H., Abelairas-Gomez, C., & Arufe-Giráldez, V. (2015). The influence of a structured physical education plan on preschool children’s psychomotor development profiles. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(1), 68–77. <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.101.11>
- Teixeira, H., Abelairas-Gomez, C., Arufe-Giráldez, V., Pazos-Couto, J., & Barcala-Furelos, R. (2015). Influence of a physical education plan on

psychomotor development profiles of preschool children. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(1), 126–140. <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.101.11>

Tejero, J. P., Vaíllo, R. R., & Rivas, D. S. (2012). La Actividad Física Adaptada para personas con discapacidad en España: perspectivas científicas y de aplicación actual. *doi: 10.12800/ccd, 7(21), 213-224.*

Trejo, J. L., Carro, E., Torres-Aleman, I. Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *The Journal of Neuroscience*, 2001, Mar. 1; 21(5): 1628-34.

.UNESCO. (2015). Declaración de Incheon. Recuperado de: <https://es.unesco.org/world-education-forum-2015/about-forum/declaracion-de-incheon>

Unión Internacional de Promoción de la Salud y Educación para la Salud (2010). Promover la Salud en la Escuela. De la Evidencia a la Acción.

United Nations Children's Fund, Unicef. (1989) Convención de los Derechos del Niño. APA style: Electronic references. Recuperado de <https://www.unicef.es/causas/derechos-ninos/convencion-derechos-ninos>

Uysal, N., Tugyan, K., Kayatekin, B. M., Acikgoz, O., Bagriyanik, H. A., Gonenc, S., et al. The effects of regular aerobic exercise in adolescent period on hippocampal neuron density, apoptosis and spatial memory. *Neuroscience Letters*, 2005, Aug. 5; 383(3): 241-5.

Van Praag H., Kempermann, G. y Gage, F. H. Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nature Neuroscience*, 1999, Mar.; 2(3): 266-70.

Van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C. y Gage, F. H. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *The Journal of Neuroscience*, 2005, Sep. 21; 25(38): 8680-5.

Van Praag H. Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular Medicine*. 2008 Jan.; 10(2):128-40.

Vera, A., Carmenate, Y., & Toledo, M. (2019). Juegos para el desarrollo cognitivo desde la clase de educación física. *Revista Conrado*, 15(69), 192–200.

Verschuren, O., & Takken, T. (2010). Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 31(6), 1352-1357.

Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., Van Praag, H. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 2013, Oct.; 17(10): 525-44.

Vygotski, L. (1984). Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 7(27–28), 105–116. <https://doi.org/10.1080/02103702.1984.10822045>

Weston KL, Azevedo LB, Bock S, Weston M, George KP, Batterham AM. Effect of novel, school-based high-intensity interval training (HIT) on cardiometabolic health in adolescents: Project FFAB (fun fast activity blasts) - an exploratory controlled before-and-after trial. *PLoS One*. 2016;11(8). e0159116. doi:

10.1371/journal.pone.0159116. [PubMed: 27486660]. [PubMed Central: PMC4972319].

Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. E., Breteler, M. M. B, Ware, J. y, Grodstein, F. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. JAMA. 2004, Sep. 22; 292(12): 1454-61.

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A. et al. High impact running improves learning. Neurobiology of Learning and Memory, 2007, May.; 87(4): 597-609.

WHO. Global recommendations on physical activity for health. 2019. Available from: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/.

Wu, C. -W., Chang, Y. -T., Yu, L., Chen, H., Jen, C. J., Wu, S. -Y. et al. Exercise enhances the proliferation of neural stem cells and neurite growth and survival of neuronal progenitor cells in dentate gyrus of middle-aged mice. Journal of Applied Physiology, 2008, Nov.; 105(5): 1585-94.

Zapata Lamana R, Cigarroa Cuevas I, Monsalves Álvarez M, Soto Espíndola C, Fuentes Figueroa V. A systematic review of high intensity interval training (HIIT) on school-based interventions. PROSPERO; 2018. Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42018089017.

Zapata Lamana R, Cigarroa Cuevas I, Monsalves Álvarez M, Soto Espíndola C, Fuentes Figueroa V. HIITing Health in School: Can High Intensity Interval Training Be a Useful and Reliable Tool for Health on a School-Based Environment? A Systematic Review. Int J School Health (6), 3, 2019, 1-10.

Zhang, G. Q. y Zhang, W. Heart rate, lifespan, and mortality risk. Ageing research reviews, 2009, Jan.; 8(1): 52-60.

Zwaigenbaum, L., Bryson, S. y Garon, N. Early identification of autism spectrum disorders. Behavioural Brain Research, 2013, Aug. 15; 251: 133-46.