

EFFECTO DEL EJERCICIO FISICO EN LA ATENCION Y LA MEMORIA EN
ESCOLARES DE 7 A 9 AÑOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

PROPONENTE

DIANA CAROLINA DAVID BERMUDEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

BOGOTÁ

2019

EFFECTO DEL EJERCICIO FISICO EN LA ATENCION Y LA MEMORIA EN
ESCOLARES DE 7 A 9 AÑOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

DIANA CAROLINA DAVID BERMUDEZ

TRABAJO FINAL DE MAESTRIA PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER EN
FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FISICA

DIRECTORA

MARY LUZ OCAMPO PLAZAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

BOGOTÁ

2019

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pg.
INTRODUCCION	6
1. MARCO CONCEPTUAL	8
1.1 Justificación	8
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Antecedentes	19
1.3.1 Funciones cognitivas, atención y memoria	19
1.3.2 Relación entre funciones cognitivas y actividad física	21
1.3.3 Efectos de la actividad física	26
2. MARCO TEORICO	31
2.1 Funciones cognitivas	31
2.2 La atención, la memoria y ejercicio físico	32
2.3 Evaluación de la atención	35
2.4 Evaluación de la memoria	36
2.5 Estimación del nivel de actividad física	38
2.6 Consideraciones para el diseño de un programa de ejercicio físico	40
2.7 Evaluación de la condición física	41
2.8 Programa de ejercicio físico	43
3. MARCO METODOLOGICO	45
3.1 Metodología	45
3.1.1 Tipo de estudio	45
3.1.2 Población	45
3.1.3 Criterios de inclusión	45
3.1.4 Criterios de exclusión	46

3.1.5 Procedimiento	46
3.1.5.1 Cumplimiento de las consideraciones éticas	46
3.1.5.2 Acercamiento a la población	46
3.1.5.3 Caracterización de la población	47
3.1.5.4 Medición con acelerometría	49
3.1.5.5 Aplicación de las pruebas (atención y memoria)	49
3.1.5.6 Evaluación de la condición física	50
3.1.5.7 Aleatorización de grupos	51
3.1.5.8 Aplicación del programa de ejercicio físico	52
3.2 Objetivos	53
3.2.1 Objetivo general	53
3.2.2 Objetivos específicos	53
3.3 Pregunta de investigación	54
4. CONSIDERACIONES ETICAS	55
5. RESULTADOS	56
5.1 Caracterización de la población	56
5.2 Caracterización de los niveles de actividad física	56
5.3 Caracterización de la condición física en el grupo control y grupo experimental	58
5.4 Variable de atención posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico en el grupo experimental	58
5.5 Variable de memoria posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico en el grupo experimental	60
5.6 Variable de atención en los diferentes grupos de edad posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico en el grupo experimental	62

5.7 Variable de memoria en los diferentes grupos de edad posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico en el grupo experimental	64
5.8 Variable de atención comparando grupo control y grupo experimental pre y pos intervención	66
5.9 Variable de memoria comparando grupo control y grupo experimental pre y pos intervención	67
6. CONCLUSIONES	69
7. DISCUSION Y LIMITACIONES	71
8. ANEXOS	73
9. BIBLIOGRAFIA	94

INTRODUCCION

La actividad física en la infancia y la adolescencia conllevan una serie de adaptaciones y beneficios fisiológicos y psicológicos en la salud que son inestimables, la adquisición de hábitos de actividad física saludables durante la infancia, permiten que estos se mantengan en la adolescencia y la vida adulta. Un niño activo físicamente, suele ser un adolescente activo físicamente y también un adulto en el que la actividad física hace parte de su vida diaria (1).

La asociación entre niño activo y adulto activo está ligada evidentemente a la experiencia personal vivida. Las actitudes negativas frente al ejercicio o deporte en la niñez se trasladan a la edad adulta, por ello es importante que la actividad física en la infancia se integre de forma lúdica y agradable, incluyendo no solo el deporte competitivo, sino también la actividad física asociada al transporte, a la vida diaria, al tiempo libre, a la diversión, entre otras (2).

En el caso del niño escolar, esta adherencia a la práctica de actividad física inicia en su seno familiar y se complementa en gran parte en la escuela o colegio; éste se ve expuesto a la actividad física regular dada por su currículo académico ó porque practica algún tipo de actividad física extraescolar, generando así beneficios no solo a nivel sistémico (3), sino también a nivel de procesos cognitivos, las cuales según Sibley y Etnier en 2002 generan niveles más altos de concentración de energía, cambios en el aspecto físico que mejoran la autoestima y un mejor comportamiento social que incide positivamente sobre la atención y la memoria.

Kleim en el 2002 afirma que la actividad física tiene una influencia clara sobre la memoria porque se aumenta la saturación de oxígeno y la angiogénesis en áreas del cerebro esenciales como la corteza motora para la realización de tareas, sobre todo la actividad física de moderada a alta intensidad según su estudio. Eaton en el 2012 soporta esta idea afirmando que la práctica de actividad física mejora además la atención, la concentración e influye positivamente sobre el comportamiento.

Por otra parte, entendiendo que las necesidades escolares y que los cambios actuales en los estilos de vida generan que los niños y niñas pasen mayor tiempo en las escuelas, se quiere identificar la influencia que la actividad física realizada al interior de la institución educativa, tiene sobre la atención y la memoria, como funciones muy importantes para los procesos de aprendizaje en escolares y determinantes para su desarrollo y crecimiento.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 JUSTIFICACION

En Colombia la educación se define como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes (4).

En la Constitución Política Colombiana se dan las notas fundamentales de la naturaleza del servicio educativo. Allí se indica, que se trata de un derecho de la persona, de un servicio público que tiene una función social y que corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia respecto del servicio educativo con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos. También se establece que se debe garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo.

Según la definición dada por el Ministerio de Educación de Colombia en 2016, la educación debe proveer una formación moral, intelectual y física en los educandos; esto significa que la educación escolar no solo actúa en función del aprendizaje en términos conceptuales, sino también en términos del aprendizaje social y cultural. Uno de los elementos a los que le ha apuntado el proceso educativo en Colombia es al desarrollo de habilidades para la vida, las cuales el sujeto desarrolla no solamente desde la fundamentación conceptual, sino en su crecimiento como ser humano, sujeto integral y en las interacciones que desarrolla a lo largo de ese proceso.

La actividad física contribuye a ese desarrollo integral en tanto favorece procesos de interacción como potenciadora del desarrollo humano, permite al individuo relacionarse con su entorno involucrando el movimiento corporal (58), como satisfactor transversal de necesidades, facilita el desempeño en círculos sociales, procesos de identidad, empatía y una conciencia del cuerpo propio y del otro; un cuerpo humano, no solo entendido desde lo físico y material, sino como aquel cargado de significados, historias vividas y construcciones subjetivas que se manifiestan en la forma como el sujeto se mueve y se expresa; en otras palabras, hace manifiesta la corporalidad (59).

Por ende, la actividad física puede considerarse desde una perspectiva biológica como aquella que engloba potencialidades físicas y su desarrollo a partir de elementos físicos y fisiológicos orientada a la obtención de resultados que se pueden comparar y estandarizar, también desde una perspectiva social amplia como aquella que involucra aspectos relacionados con la cultura, el lenguaje, los procesos de socialización y el desarrollo humano (58), los cuales son fundamentales en el aprendizaje escolar porque logra un desarrollo integral del estudiante dado a que enmarca a la persona en un todo; la actividad física desde sus beneficios físicos y fisiológicos, sumado con la interacción social y el desarrollo de habilidades de integración que genera, hacen que el aprendizaje se facilite en tanto involucra aspectos a los cuales está expuesto el niño o niña en su diario escolar.

Dentro de este desarrollo integral se ha encontrado que la participación de los estudiantes en un deporte o en un ejercicio físico, puede ayudar a construir una autoestima más sólida (6), una auto-imagen positiva (7) y una mejora de la calidad de vida entre niños y adultos (8); la actividad física es un protector importante para aquellas personas que tienen un auto concepto bastante bajo según Gruber en 1986.

A partir de los resultados obtenidos por Gutiérrez en 1995, sus investigaciones concluyen que los valores más propicios de alcanzar a través de la actividad física son los valores sociales y los valores personales.

Valores sociales: participación de todos, respeto a los demás, cooperación, relación social, amistad, pertenencia a un grupo, competitividad, trabajo en equipo, expresión de sentimientos, responsabilidad social, convivencia, lucha por la igualdad, compañerismo, justicia, preocupación por los demás, cohesión de grupo.

Valores personales: Habilidad (forma física y mental), creatividad, diversión, reto personal, autodisciplina, autoconocimiento, mantenimiento o mejora de la salud, logro (éxito-triunfo), recompensas, aventura y riesgo, deportividad y juego limpio (honestidad), espíritu de sacrificio, perseverancia, autodominio, reconocimiento y respeto (imagen social), participación lúdica, humildad, obediencia, autorrealización, autoexpresión, imparcialidad.

Por las características propias de la actividad física en el entorno escolar, se hace inevitable el desarrollo de estos valores sociales y personales, dado a que la actividad física en este entorno requiere tanto de la interacción social como del reto físico y mental de cada uno de los estudiantes. Además de esto, la actividad física también está asociada con beneficios sobre funciones como la atención y memoria, favoreciendo procesos de aprendizaje en el individuo, no solo porque están relacionados a la adquisición y mantenimiento de conceptos (29), sino que también forman parte de las habilidades que tiene el sujeto para evocar su historia de vida, reconocer sus aprendizajes adquiridos en el contexto social y cultural (39); por lo tanto, todas las estrategias que se puedan desarrollar para fortalecer dichas funciones y que no estén exclusivamente ligadas a la estructura convencional de una clase magistral en aula, deben ser exploradas.

Para efectos del presente estudio, se tomarán específicamente las funciones de atención y memoria, ya que en estudios como el de Esteban en el 2014, en el cual se buscaron los efectos de la actividad física sobre dichas funciones, indican que estas son clave y de gran importancia en el desarrollo biológico del escolar por su implicación en tareas motoras e intelectuales, las cuales por medio de la actividad física se pueden potencializar, generando un óptimo desempeño académico y social (39).

La atención como una capacidad intelectual, cognitiva y ejecutiva, junto con otras funciones superiores favorece el procesamiento y organización de la información, para construir la percepción, la conceptualización y llevar a cabo una tarea (36). En los escolares, un adecuado desarrollo de la atención es fundamental para incrementar la concentración y facilitar la comprensión de la información, así como su procesamiento y almacenamiento (29). La actividad física ha demostrado con respecto a la atención, que genera mayor capacidad de retención de la información especialmente en un estudio realizado por Sibley y Etnier en el 2002, donde se evidenció un impacto en el rendimiento escolar, específicamente en actividades que evaluaban el efecto de la actividad física sobre esta función.

Por su parte, la memoria como la capacidad de retener y de evocar eventos del pasado, mediante procesos neurobiológicos de almacenamiento y de recuperación de la información, básica en el aprendizaje y en el pensamiento (36), específicamente en los escolares, juega un papel muy importante, porque van reteniendo y aprendiendo experiencias que permiten que progresen y se adapten al entorno, dando paso así a la memoria del conocimiento o capacidad de introducir datos, almacenarlos correctamente y evocarlos cuando sea oportuno (36). En estudios realizados por Etchepareborda en el 2005, se ha demostrado que programas de ejercicio físico de manera sostenida en escolares con

un grupo de edad similar al involucrado en este estudio, tiene unos efectos específicamente sobre la memoria de trabajo, donde ésta se potencia en entrenamientos de 6 semanas en adelante; se entiende por ejercicio físico como la actividad física planificada, estructurada y repetida, cuyo objetivo es adquirir, mantener o mejorar la condición física (87), la forma en que el ejercicio físico se aplica y se materializa es mediante un programa de ejercicio físico, por lo cual podríamos esperar que al realizar un programa de ejercicio físico, se tenga mayor capacidad de retención de conocimiento, de apropiación de la información para procesos de categorización y aprendizaje que van a impactar directamente el desempeño escolar.

Así mismo, la práctica de actividad física en los escolares hace que el beneficio para el sistema escolar sea directo, la ganancia que obtiene implementando la promoción y la práctica de actividad física en las escuelas y colegios es mayor cuando se tiene en cuenta que mientras los estudiantes cumplen el objetivo de aprender, al mismo tiempo están desarrollando cambios positivos en la atención y la memoria para lograrlo, generando así impacto sobre el desempeño escolar.

Cabe mencionar que los resultados en las pruebas saber 3ro para nuestro país en el año 2018, no fueron muy satisfactorios, se evidenciaron bajos resultados en las áreas de matemáticas, lenguaje y ciencia (88). Teniendo en cuenta que la atención y la memoria son funciones precursoras del aprendizaje en estas áreas y muchas otras (1), por medio del ejercicio físico, se podrían potencializar estas funciones e impactar con mejores resultados académicos y por ende mayor rendimiento escolar.

Se entiende que lo generado fuera del currículo conlleva dificultades en las dinámicas escolares, es por esto que se propone un estudio que documente el nivel de actividad física que tienen los escolares, el impacto de un programa de ejercicio físico sobre la atención y

la memoria y de esta forma encontrar si el ejercicio físico se podría constituir como una de las estrategias potentes para desarrollar estas dos funciones que forman parte del aprendizaje en los niños.

Es importante saber que estudios de este tipo, que asocien funciones cognitivas, atención y memoria con ejercicio físico son escasos y de poca profundidad en Latinoamérica, así mismo en Colombia no se han dado este tipo de investigaciones con las mismas características. De allí parte la necesidad de fortalecer esta serie de aspectos, que, si bien están estudiados desde diferentes ramas, no se han descrito aun con claridad desde la fisioterapia.

En fisioterapia, se maneja la actividad física como elemento de promoción de la salud y prevención de la enfermedad; en este caso particular, donde la población del estudio está conformada por escolares en proceso de aprendizaje, la fisioterapia enmarca el movimiento corporal humano como medio y fin para el desarrollo de diferentes tipos de habilidades que el escolar podrá reconocer, asimilar y adaptar haciéndolos parte de su crecimiento físico e intelectual.

Por otro lado, según la ley 528 de 1999, es ejercicio de la fisioterapia el diseño, ejecución, dirección y control de programas de intervención fisioterapéutica para: la promoción de la salud y el bienestar cinético, la prevención de las deficiencias, limitaciones funcionales, discapacidades y cambios en la condición física en individuos y comunidades en riesgo, la recuperación de los sistemas esenciales para el movimiento humano y la participación en procesos interdisciplinarios de habilitación y rehabilitación integral. De esta forma se puede evidenciar la importancia de la labor del fisioterapeuta dentro del ámbito escolar, para desarrollar a partir del movimiento corporal, herramientas que ayuden a generar ganancias

en la formación académica teniendo en cuenta los beneficios que tiene la práctica de la actividad física en este caso, sobre la atención y la memoria (5).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los niños de 7 a 9 años de edad, funciones como la atención y la memoria están en su punto más alto de desarrollo (2), estos procesos para la actividad académica son importantes en la medida en que el aprendizaje en estas edades está relacionado con la adquisición de conocimiento y retención del mismo durante el tiempo; dentro de las estrategias que potencian este aprendizaje, se encuentra la actividad física como elemento coadyuvante y facilitador de mejores niveles de atención y memoria que impactan directamente el desempeño escolar.

Para profundizar en el efecto de la actividad física sobre la actividad cerebral, los procesos de aprendizaje y la cognición, es necesario partir de la edad escolar en la cual el cerebro del niño(a) crece hasta un 90% a los 5 años de edad y completa lentamente su crecimiento durante los próximos 9 años. Más que el volumen real, lo más significativo es la modificación de estructuras anatómicas y los procesos de mielinización que se completan hacia los 7 años de edad, lo que a su vez hace que el escolar realice un perfeccionamiento y aumento de capacidad de su memoria, mejora la calidad de almacenamiento y organización de información, enriquece su vocabulario, desarrolla la atención y aumenta la concentración en una tarea específica (2).

El cerebro es un órgano increíblemente dinámico, ésta capacidad de modificación frente a diferentes estímulos es aún mucho mayor durante la infancia y la adolescencia. El cerebro de un niño es todo actividad, es decir comunicación, creación y consolidación de circuitos

ó caminos celulares que determinan funciones como la atención y la memoria o el desarrollo de emociones. Por otra parte, ningún otro mecanismo biológico consume tanta energía como la comunicación neuronal. Así pues, el cerebro en crecimiento es cambiante con la finalidad de adquirir y madurar funciones, aprender y desarrollarse; a su vez, estos procesos necesitan sustancias capaces de transmitir información, alimentar y hacer crecer los tejidos, lo cual sólo se puede realizar a través de grandes cantidades de energía (1).

Las investigaciones acerca de los efectos de la actividad física, suelen estar enmarcadas dentro de los beneficios que ésta genera con miras a disminuir la probabilidad de ocurrencia de enfermedades de origen cardiovascular, pulmonar, osteomuscular, metabólico, entre otros. Son múltiples los beneficios de la actividad física que se enmarcan en la promoción de la salud según la Organización Mundial de la Salud (OMS), dichos beneficios han logrado trascender a funciones como la atención y la memoria relacionando mayor actividad aeróbica con menor degeneración neuronal. Más allá de la contribución que hace la actividad física al correcto funcionamiento de los sistemas, se encuentra el efecto *a posteriori* de nuevas habilidades mentales y mejoría de funciones básicas como la cognición y el aprendizaje, la razón es la mayor producción de factor CO cerebral, provocada por la llegada al cerebro del factor de crecimiento IGF-1, que es producido por los músculos al hacer ejercicio. (10).

La actividad física está tomando un lugar destacado como factor susceptible de modificar la función y la estructura cerebral, aportando claros beneficios en la atención, la memoria y el bienestar psicológico. Existe cierta evidencia que niños con un nivel de condición cardiovascular alto obtienen mejores resultados académicos y que la actividad física en general tiene un efecto positivo sobre el desarrollo de la atención y la memoria porque facilita el aprendizaje; el cerebro se activa durante la actividad física al aumentar el flujo

sanguíneo hacia áreas esenciales que pueden estimular dicho aprendizaje. Existen datos concluyentes respecto a los beneficios del ejercicio físico sobre síntomas depresivos o de ansiedad en niños y adolescentes. Los estudios realizados hasta ahora indican que el ejercicio cardiovascular es el más efectivo para mejorar la atención y la memoria en niños (47).

Correr, saltar, jugar en continuo movimiento, son actitudes que aparecen de un modo natural y espontáneo en los niños, sobre todo en los más pequeños y resulta que estas actividades favorecen la utilización de la energía cerebral dado que la actividad física y el ejercicio cardiovascular en particular, producen profundos cambios funcionales y estructurales en el sistema nervioso y en el cerebro en particular. (1).

Existen índices claros que la práctica de actividad física de una forma habitual, facilita la familiarización con hábitos higiénicos y dietéticos que redundan en salud, en un mejor desempeño escolar en la infancia y que se trasladan a la vida del adulto. Los niños más activos tienen menor probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares, de obesidad o de adquirir hábitos tóxicos poco saludables en la vida adulta (1).

Desafortunadamente, la disminución de la actividad física se ve agravada por factores socioculturales como, por ejemplo, los relacionados al avance tecnológico. El ejemplo más paradigmático y controvertido de cómo el desarrollo tecnológico puede afectar la cantidad de ejercicio físico es el gran número de horas de televisión, ordenador, dispositivos móviles y otros elementos electrónicos del que actualmente los niños gozan a lo largo de su actividad diaria y que está asociado, en algunos casos, a una menor participación en actividades de tipo físico-deportivo (1).

En esta 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 actividad física diaria en las escuelas, contribuye a la obesidad, el letargo, el bajo tono muscular y también a más períodos de tensión con sus padres, sin mencionar que, a nivel de funciones superiores, con más tiempo dedicado a la actividad física, podrían tener mayor desarrollo de la atención, la memoria y por ende mejor desempeño escolar. (46).

Se debe aprovechar la niñez y la adolescencia para fomentar la actividad física, dado que son las fases de la vida más físicamente activas, donde el interés por el ejercicio y la participación deportiva se hallan en su punto más elevado (1). Sin embargo, Strong en 2005, habla de que es la adolescencia, la etapa donde se empiezan a disminuir los niveles de actividad física.

A pesar de la creencia popular, la mayor reducción de actividad física a lo largo de la vida no se produce en edad adulta, sino que empieza mucho antes, específicamente en el periodo pre-puberal. Existen diferentes factores que explican por qué el descenso de la actividad física se intensifica en este periodo vital; algunos de ellos son básicamente biológicos e inherentes al desarrollo fisiológico del niño mientras que otros tienen un origen socio-cultural y son el resultado de la situación social y económica actual. El propio desarrollo fisiológico del niño tiende, de forma natural, a provocar una disminución de la actividad física; 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 (10).

Otro factor socio-cultural que ha contribuido a la disminución de actividad física en niños está relacionado con el aumento de la presión y competitividad académica ya en edades

muy tempranas. En muchos casos, la necesidad de aumentar el rendimiento académico provoca la sustitución de clases de actividad física y ejercicio físico ó actividades deportivas extra-curriculares por actividades con contenidos puramente académicos (49). En este caso también se hace necesario crear una adherencia a la actividad física de manera que sea llamativa y motivante para los estudiantes y por medio de la recompensa, del logro realizado o la meta alcanzada, hacerla tan competitiva como la necesidad del logro académico.

Existe una cierta tendencia generalizada a pensar que las clases de actividad física o el ejercicio físico en general no son necesarias. En algunos casos, esta percepción errónea puede verse reforzada aún más por otros factores individuales de tipo socio-cultural como por ejemplo un bajo nivel económico y educativo de los padres (1).

Es importante entonces entender cómo la actividad física puede influir en la atención y la memoria del niño escolar, la inactividad física y algunas de sus consecuencias directas, son un problema social y de salud pública de primera magnitud que además requiere el uso de grandes presupuestos públicos para mitigar sus efectos (48).

Para Colombia, según la Encuesta Mundial de Salud en Escolares (EMSE) de 2007, en colegios públicos y privados de varias ciudades del país, se reportó que menos del 20% de los escolares entre 13 y 15 años realizan actividad física durante 60 minutos diarios al menos cinco días a la semana y solamente 15% realizan actividad física diaria durante 7 días de la semana (12).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 2016, Colombia está entre los diez países que tienen más alumnos con bajo rendimiento escolar en matemáticas, lectura y ciencia de 64 naciones (86).

Entendiendo esto, la problemática gira alrededor de los escolares, su bajo nivel de actividad física a nivel nacional, la repercusión que esto tiene sobre la atención y la memoria, por ende, en el desempeño escolar. Los niños por naturaleza necesitan movimiento como parte de su desarrollo y crecimiento, es claro que proponer estrategias de movimiento al interior de la escuela sin acercarlas al currículo y a los intereses del proceso académico propios de la escolarización entre otras cosas, hace que sean muy difíciles de llevar a cabo; es por eso que en la medida en que se puedan identificar los impactos que un programa de ejercicio físico genera con relación a favorecer funciones como la atención y la memoria en los niños, se pueden constituir en una herramienta importante para tener en cuenta el desarrollo a futuro de nuevas estrategias pedagógicas que orienten la promoción del movimiento corporal y la actividad física mejorando así el aprendizaje escolar.

La actividad física está implícita en los procesos de desarrollo de los niños, en si misma favorece procesos de exploración de su entorno, de desarrollo, por lo cual identificar el potencial que tiene para favorecer funciones como la atención y la memoria implicadas en los procesos de aprendizaje cognitivo y de desarrollo no es algo que se acaba de preguntar, sino un tópico que otros autores han investigado, no obstante no se han desarrollado estos trabajos en poblaciones con contextos como el nuestro (Colombiano).

1.3 ANTECEDENTES

1.3.1 FUNCIONES COGNITIVAS, ATENCION Y MEMORIA

Las funciones cognitivas, se describen como los procesos mentales que permiten llevar a cabo cualquier tarea, hacen posible que el sujeto tenga un papel activo en los procesos de recepción, selección, transformación, almacenamiento, elaboración y recuperación de la

información (13), en donde la atención es entendida como una capacidad intelectual, cognitiva y ejecutiva, la cual es necesaria asociada con otras funciones superiores para procesar y organizar la información correctamente, para construir la percepción y conceptualización y llevar a cabo una tarea (36), mientras que la memoria se entiende como la capacidad de retener y de evocar eventos del pasado, mediante procesos neurobiológicos de almacenamiento y de recuperación de la información, básica en el aprendizaje y en el pensamiento (36).

Los estudios del desarrollo durante la niñez y la adolescencia han mostrado que las funciones cognitivas maduran y se vuelven más eficientes durante estos períodos. La etapa comprendida entre el segundo mes y el sexto año de vida, denominada primera infancia, se caracteriza por una mayor elaboración de las conductas sensoriales y motoras, con un importante incremento en la capacidad de respuesta del niño a los estímulos del medio ambiente. La segunda infancia (entre los 6 y los 12 años) y la adolescencia (período comprendido entre los 12 y los 18 años), se caracterizan por el desarrollo de funciones cognitivas cada vez más complejas. Estos cambios, que con el tiempo se dan en la estructura, en la cognición y en el comportamiento de una persona, son el resultado de la interacción entre factores ambientales y biológicos (30).

En estudios anteriores como el de Goldberg en 2001, se describen que las funciones más complejas del ser humano, entre ellas las funciones cognitivas son soportadas principalmente por la corteza prefrontal, participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana, también permiten que los sujetos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismos (83). Se definen como un proceso o una serie de procesos cuyo principal objetivo es facilitar la adaptación a situaciones nuevas, opera por medio de la modulación o el control de

habilidades cognitivas más básicas; estas habilidades o rutinas son procesos sobreaprendidos por medio de la práctica o la repetición e incluyen habilidades motoras y cognitivas, como la lectura, la memoria, la atención o el lenguaje (84).

1.3.2 RELACIÓN ENTRE FUNCIONES COGNITIVAS Y ACTIVIDAD FÍSICA

Para poder establecer la relación entre funciones cognitivas y actividad física es necesario abordar la teoría integrativa del funcionamiento de la corteza prefrontal de Miller y Cohen en 2001, quienes teorizaban que el control cognitivo surge del mantenimiento activo de patrones de actividad en la corteza prefrontal dirigidos a crear representaciones de las metas a alcanzar y los medios necesarios para lograrlo. Así, la corteza prefrontal proporcionaría señales a otras estructuras cerebrales para guiar el flujo de actividad a lo largo de las rutas neuronales, estableciendo un mapeado neuronal apropiado a partir de la información entrante, los estados internos y las necesidades de respuesta para ejecutar una tarea determinada. En síntesis, según esta teoría integrativa, la corteza prefrontal guía la información entrante y las conexiones que posibilitan el control cognitivo de las acciones (85). Con base en esto se puede decir que hay un enlace entre las funciones cognitivas atención y memoria con las funciones motoras, lo que llevaría a un beneficio directamente proporcional un estímulo como la actividad física sobre las funciones cognitivas.

Entendiendo que la atención y la memoria se encuentran dentro del grupo de funciones cognitivas, se puede empezar a hablar de su relación y la repercusión de la práctica de la actividad física en los anteriormente mencionados; desde la época de los antiguos griegos, se tuvo una creencia implícita de que la actividad física estaba vinculada a las capacidades intelectuales (15).

En el estudio de So en 2012, se habla de 3 posibles teorías por las cuales la actividad física tiene efectos sobre la atención y la memoria: En primer lugar, el ejercicio y la actividad física aumentan la saturación de oxígeno y la angiogénesis en áreas del cerebro esenciales para la realización de tareas (16). En segundo lugar, aumenta la actividad de los neurotransmisores serotonina y la norepinefrina, lo que facilita el procesamiento de la información (17). En tercer lugar, la actividad física y el ejercicio regular estimulan neurotrofinas y el factor neurotrófico cerebral. Estas neurotrofinas ayudan a la supervivencia neuronal y la diferenciación en el desarrollo cerebral (16).

Por otro lado, al pensar en los efectos que la actividad física tiene sobre la atención y la memoria, se ha evidenciado que dichos efectos tienen relación con el tiempo del estímulo y su efecto a nivel cardiovascular. Existen dos modalidades clásicas de efecto adaptativo de actividad cardiovascular que se relacionan: la actividad cardiovascular crónica y la actividad cardiovascular aguda (1).

Los estudios que investigan el impacto de la actividad cardiovascular de tipo crónico sobre la atención y la memoria analizan mejoras después de programas de ejercicio físico de más de cuatro semanas, éste tipo de ejercicio físico se basa en la evidencia biológica de que se requieren estímulos repetidos para producir adaptaciones duraderas a largo plazo que mejoren la atención y la memoria (49).

En contraste, estudios que analizan el impacto de la actividad cardiovascular aguda investigan los efectos de una sola sesión de ejercicio sobre la atención y la memoria. En estos estudios, los efectos del ejercicio físico son evaluados inmediatamente después o durante la realización de la misma. Un ejemplo de este tipo de estudio sería el que evaluaría si 15 minutos de bicicleta intensa realizados antes o después de aprender una tarea afecta

a la retención del aprendizaje ó cómo 6 minutos de carrera de alto impacto mejoran la retención de vocabulario (1).

Las actuales recomendaciones respecto a la prescripción de actividad física para la mejora de la salud en general en poblaciones infantiles indican que es necesario realizar como mínimo tres o cuatro sesiones semanales de actividad física cardiovascular de intensidad moderada (40-60% de la reserva de consumo de oxígeno) a vigorosa (60-85% de la reserva de consumo de oxígeno). La duración de cada sesión dependerá de la intensidad del ejercicio; no obstante, 30 minutos de actividad moderada y 30 minutos de actividad vigorosa son aconsejables (1).

Estudios recientes indican que niños y adolescentes pueden participar en actividades que incluyan ejercicios de fuerza o resistencia muscular sin riesgo para su salud o desarrollo fisiológico. En este caso, se recomiendan no más de dos sesiones semanales de ejercicio de resistencia muscular, usando una intensidad moderada (60-70% de la máxima resistencia) y realizando de dos a tres series de 8 a 15 repeticiones. Para mejorar la movilidad articular se recomienda el ejercicio de flexibilidad tres veces por semana (1).

A pesar de estas recomendaciones generales se sabe relativamente poco respecto a qué tipo de ejercicio físico es más efectivo para mejorar cada aspecto cognitivo y cuáles son las características óptimas del ejercicio en cuanto a la intensidad, frecuencia y duración para una optimización de funciones como la atención y la memoria. Toda la información acumulada a lo largo de los años y que incluye resultados de estudios tanto con animales como con humanos indican que el ejercicio de tipo cardiovascular es, posiblemente, el más efectivo para la salud cognitiva (1).

En un estudio que se usó resonancia magnética funcional, niños con valores altos de fitness cardiovascular mostraron unos patrones de activación cerebral más eficientes en comparación con niños en peor forma física y con valores de VO₂ máx significativamente más bajos. Otros estudios transversales demuestran que niños en mejor forma física muestran rasgos diferenciados en algunas zonas del espectro electroencefalográfico durante diferentes tareas cognitivas, que están asociados a un rendimiento cognitivo superior (27).

En conjunto, estos estudios transversales demuestran que similarmente a los resultados obtenidos en investigaciones con sujetos de edad avanzada, un nivel alto de fitness aeróbico en niños está asociado con diferencias regionales en estructuras y funciones cerebrales. Desafortunadamente, existen solo unos pocos estudios longitudinales que hayan analizado modificaciones en la función y estructura cerebral en niños en respuesta al ejercicio cardiovascular. A pesar de algunos resultados interesantes faltan más estudios aleatorizados controlados de calidad que evalúen el impacto del ejercicio aeróbico, sobre todo a largo plazo, en el cerebro tanto de niños como de adolescentes (27).

La actividad cardiovascular de tipo aguda tiene grandes posibilidades de aplicación en escuelas ya que permite mejorar la atención y la memoria dependiendo de la proximidad temporal del ejercicio físico respecto a la realización de la tarea cognitiva; quiere decir que la actividad aguda resulta ser de fácil implementación por no requerir mucho tiempo en la aplicación y aun así lograr los objetivos de impactar positivamente la atención y la memoria. El uso de la actividad física aguda para mejorar la atención y la memoria se basa en algunas de las adaptaciones moleculares del ejercicio sobre el cerebro. La liberación de sustancias durante el ejercicio como por ejemplo la noradrenalina está asociada a un efecto facilitador

de la función cognitiva porque genera una activación excitatoria en la corteza cerebral frontal que facilita la captación de información. (49).

Otro importante grupo de sustancias que aumentan con el ejercicio son los factores neurotróficos como el factor neurotrófico derivado del cerebro (Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF), el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (Insulin-like Growth Factor, IGF) y el factor de crecimiento vascular endotelial (Vascular Endothelial Growth Factor, VEGF). Un gran número de estudios con animales ha demostrado que estos factores inician y modulan adaptaciones supramoleculares como el aumento del número de neuronas (neurogénesis), capilares sanguíneos (angiogénesis) y conexiones neuronales (sinaptogénesis) en zonas relacionadas con la formación de memoria y la regulación del estrés como por ejemplo el hipocampo. (1).

Otras adaptaciones supramoleculares estimuladas por la actividad física afectan a otros tejidos cerebrales, como por ejemplo los astrocitos y otras células gliales que alimentan y estructuran el tejido neuronal y que también aumentan de volumen con ciertos tipos de actividad cardiovascular. Estos cambios estructurales van normalmente acompañados de otros cambios funcionales como por ejemplo un aumento de la plasticidad y de la potenciación sináptica (49).

La distribución de breves periodos de actividad física cardiovascular aguda, organizados estratégicamente, podría optimizar el rendimiento en tareas escolares que requieran control cognitivo, atención y memoria (18); Winter et al en 2007 observaron que la realización de dos carreras de 3 minutos a una alta intensidad aceleraba el aprendizaje verbal y mejoraba la memoria con la retención de vocabulario a largo plazo, adicionalmente evaluaron los niveles del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y las catecolaminas (dopamina,

epinefrina, norepinefrina) antes y después de las intervenciones, descubrieron que el aprendizaje del vocabulario fue un 20% más rápido después del ejercicio físico intenso y hubo además incremento en los niveles de BDNF y catecolaminas, ésto se relacionó con un mejor aprendizaje a corto plazo. Por lo tanto, el BDNF y las catecolaminas parecen ser mediadores por los cuales la actividad física mejora el aprendizaje (72).

La atención y la memoria repercuten directamente sobre el estudiante y se relacionan con las diferentes habilidades que pueda desarrollar en el ámbito escolar; en este orden de ideas, si se habla de habilidades desarrolladas en el ámbito escolar, no solo se deben tener en cuenta las relacionadas con el área intelectual, también es necesario tener en cuenta que se desarrollan otro tipo de habilidades como las motrices que se definen como comportamientos motores fundamentales que evolucionan a partir de patrones elementales de movimiento (18).

1.3.3 EFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Se tienen investigaciones que describen algunos de los efectos de la actividad física en cuanto al rendimiento académico, atención, memoria y aprendizaje en escolares. Uno de los primeros estudios data de los años 60' donde concluyen que existe evidencia de que la atención y la memoria en niños que practican una actividad física en grupo de manera sistemática, son mejores que las de niños que son sedentarios, desde el punto de vista de la interacción social que ejerce la actividad física practicada de forma grupal y que hace que el estudiante desarrolle habilidades comunicativas y de atención (20).

Las investigaciones toman en cuenta la exposición de los escolares a las actividades programadas en las escuelas, colegios y otras actividades físicas de carácter extracurricular

hacia los años 80', en las cuales encontraron que los jóvenes que practican actividad física adicional a la contemplada en los programas de formación en las escuelas, tienden a mostrar mayores cualidades como un mejor funcionamiento del cerebro; en términos cognitivos, niveles más altas de concentración, de energía, cambios en el cuerpo que mejoran la autoestima y un mejor comportamiento (21).

En dos estudios realizados a largo y mediano plazo, se compararon estudiantes de una escuela en donde se realizaba actividad física por un intervalo de 1 a 2 horas al día, con otra que no ofrecía ningún programa parecido y por el contrario se concentraba en temas académicos. Después de 9 años, los integrantes de la escuela que realizaban actividad física dieron muestras de mejor salud, actitud, disciplina, entusiasmo y funcionamiento académico por medio de las calificaciones numéricas de las materias que los integrantes de la otra escuela (22).

Se continúa demostrando los beneficios que puede tener la actividad física sobre el rendimiento académico de niños escolares sobre los años 90', en términos de tener en cuenta la importancia del desarrollo sensorio motor para la atención y la memoria. (23); sin embargo, también se comienza a hablar de los beneficios directos de la actividad física en el cerebro, concluyendo que lo que se requiere realmente para un desarrollo intelectual es la realización continua de actividad física. Las cualidades del cerebro que se mejoran se asocian a la actividad física regular y consiste en el alto flujo de sangre que recibe el órgano, los cambios en los niveles hormonales, la asimilación de los nutrientes y la mayor activación del mismo (24).

También se habla de la actividad física como medio distractor de la rutina académica que se genera en las aulas de clase, estudios determinan que la función del cerebro puede

también estar beneficiada indirectamente por la actividad física, debido a la generación creciente de la energía a partir del tiempo que permanecen fuera del salón de clase; el incremento de los niveles de energía en esta situación puede disminuir el cansancio de los niños en el salón, provocando mayores niveles de atención cuando regresan a recibir instrucciones (25). Por lo cual podría esperarse que niños que son físicamente activos, de acuerdo a esta investigación, pudiesen llegar a tener mejores niveles de atención, lo que permite mayor retención de la información y abordaje del conocimiento, mayor desarrollo de procesos de pensamiento que finalmente es lo que se busca con la promoción de actividad física.

Esto está relacionado con un trabajo realizado por Linder en 1999, en el cual se mostró una correlación positiva entre el nivel de actividad física y el desempeño académico, este autor utilizó una recopilación de datos sobre actividad física y el desempeño académico de 4.690 estudiantes, entre 9 y 18 años de edad en Hong Kong. Después del análisis de los datos, los estudiantes que perciben que hacen más actividad física reportan un mayor desempeño académico.

Si se analiza el funcionamiento cerebral y la repercusión que pueda tener en el desempeño académico de los escolares, en el año 2000 se combinaron estudios en donde se buscó la relación entre actividad física y funcionamiento cerebral, se descubrió que la actividad física provoca que el músculo esquelético segregue factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1), el cual entra en la corriente sanguínea, llega al cerebro y estimula la producción del factor neurotrófico cerebral (26), esto favorece un flujo constante de sangre y oxígeno, el cual preserva las funciones cognitivas mejorando básicamente la atención, el control inhibitorio y la memoria (26).

Neurotransmisores como la serotonina, la dopamina, la adrenalina y la noradrenalina, relacionados con la modulación de la atención y la memoria, aumentan su concentración luego de la realización de actividad física intensa; otro importante grupo de sustancias que aumentan con la actividad física son los factores neurotróficos como el factor neurotrófico derivado del cerebro (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*, BDNF), el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (*Insulin-like Growth Factor*, IGF) y el factor de crecimiento vascular endotelial (*Vascular Endothelial Growth Factor*, VEGF) tal como se mencionó anteriormente en el texto (1).

También existen un número más reducido de estudios que han analizado la relación entre el nivel de condición cardiovascular y las características estructurales del cerebro en niños. Por ejemplo, Chaddock en 2010, observó que niños con edades comprendidas entre los 9 y 10 años con unos niveles de Volúmen de oxígeno máximo (VO₂ máx) elevados mostraban un hipocampo y ganglios basales de mayor volumen comparado con niños con niveles de condición cardiovascular más reducidos. Además, reveló una correlación directa entre el volumen de estas dos áreas del cerebro y el rendimiento en tareas que requerían memoria, ejecución y control, procesos de inhibición y actualización de la información, así como de la atención y la memoria (27,28). Estos datos sugieren que la actividad física modula la relación entre la estructura y función del cerebro en desarrollo (1).

Desde hace bastante tiempo se presumía que la actividad física podría tener relación con una mejoría de la atención y la memoria, pero gracias a una serie de estudios desarrollados por la Universidad de Illinois en los Estados Unidos, esta suposición terminó siendo una comprobación que arrojó como resultado que, efectivamente, a mayor actividad aeróbica, menor degeneración neuronal (29). Sibley y Etnier en el 2002 hacen un meta-análisis de la relación que existe entre la atención, la memoria y la actividad física, en este texto los

autores plantean ampliamente los beneficios que tiene para el desarrollo cognitivo de los niños, el hecho de que estos practiquen una actividad física de manera regular. Concluyen argumentando que los beneficios de la actividad física tienen importancia para lograr niveles más altos de concentración de energía, cambios en el aspecto físico que mejoran la autoestima, un mejor comportamiento social que incide sobre la atención, la memoria y por ello, es necesario que se adopten políticas para estimular la actividad física entre esta población.

Actualmente se continúan ratificando los efectos de la actividad física en la atención y la memoria, se muestra que la actividad física hace que el escolar muestre un mejor desempeño académico y una mayor capacidad de atención, hace que tenga menos probabilidades de sufrir trastornos depresivos o de ansiedad y mejora su estado anímico y emocional. Todo esto lo lleva a tener un proceso de aprendizaje más exitoso (1).

2. MARCO TEORICO

En este capítulo se abordan los conceptos fundamentales que hacen parte de este proyecto partiendo de la definición de funciones cognitivas, la atención y la memoria desde su significado, la relación que existe entre estas funciones y el ejercicio físico, la forma de evaluación que se utilizó para los fines de este proyecto tanto de la atención como de la memoria, así mismo, la estimación del nivel de actividad física y la evaluación de la condición física en los escolares. También se tienen en cuenta conceptos como habilidades motoras y su relación con la atención y la memoria como parte del desarrollo del niño(a) en el entorno escolar.

2.1 FUNCIONES COGNITIVAS

El término cognición se refiere a 'conocer' o 'pensar' e incluye un amplio intervalo de habilidades, como la percepción, la atención, la memoria y la resolución de problemas. Como se mencionó en los antecedentes, las funciones cognitivas complejas como la atención y la memoria adquieren su desarrollo en la segunda infancia, periodo comprendido entre los 6 a 12 años, a pesar que el desarrollo motor y sensorial en el recién nacido y en el niño muestra algunas correlaciones con el desarrollo morfológico y funcional del sistema nervioso central (SNC), el desarrollo cognitivo tiene relaciones menos claras con la estructura cerebral en niños más pequeños (30).

Cognición es un amplio término para referirse a funciones cognitivas y desempeño académico, es una función mental implicada en la obtención de conocimiento y su comprensión. Un alto nivel de cognición ha sido identificado como un marcador positivo de salud (31). Al igual que las variables asociadas con la cognición como la atención y la

memoria, muchos autores las han utilizado para evaluar la salud psicológica de estudiantes en las escuelas (3).

Específicamente la adolescencia es una etapa crítica para la cognición (32), la cual en los adolescentes puede ser un importante predictor de salud (33). Por ejemplo, pobres funciones cognitivas en la adolescencia se han asociado a mayores trastornos de ansiedad, depresión, angustia psicológica, enfermedades coronarias y algunos tipos de cáncer a futuro (34). Por el contrario, un alto nivel de desarrollo de funciones cognitivas está vinculado a variables psicológicas positivas tales como la autoestima y auto concepto. Un estilo de vida saludable durante la adolescencia puede ser crucial para un mejor desarrollo de la cognición (35).

2.2 LA ATENCION, LA MEMORIA Y EL EJERCICIO FISICO

La atención se cataloga como una capacidad intelectual, cognitiva y ejecutiva, la cual es necesaria asociada con otras funciones superiores para procesar y organizar la información correctamente, para construir la percepción y conceptualización y llevar a cabo una tarea (36). Se define como la capacidad de atender algunas cosas sin tener en cuenta las demás (37).

La capacidad de atención es propia para cada individuo. En caso de falta de atención, la concentración se reduce e impide la comprensión de la información, así como su proceso y almacenamiento (29).

También se define como la capacidad de retener y de evocar eventos del pasado, mediante procesos neurobiológicos de almacenamiento y de recuperación de la información, básica

en el aprendizaje y en el pensamiento (36). Está relacionada con la capacidad de almacenar y manipular información en un período que va desde segundos hasta minutos. La memoria a corto plazo se define como la capacidad para guardar información breve en ausencia de estimulación externa durante un corto período de tiempo, mientras que la información obtenida durante un tiempo significativo o mayor requiere de la memoria a largo plazo (38).

Es fundamental para dar sentido a todo lo que se desarrolla en el tiempo, para que siempre se tenga en cuenta lo que pasó antes y relacionarse con lo que viene después. Para hacer cualquier operación matemática mentalmente se requiere de la memoria, al igual que los elementos mentales de reordenamiento tales como la reorganización de una lista de tareas pendientes, la traducción de instrucciones en planes de acción incorporando nueva información en su pensamiento. El razonamiento no sería posible sin la memoria, la cual es fundamental para la capacidad de ver las conexiones entre cosas aparentemente sin relación y de separar los elementos de un todo integrado (39).

Las memorias a largo plazo y corto plazo están vinculadas a diferentes subsistemas neurales; la memoria a largo plazo se basa más en la corteza prefrontal dorsolateral, mientras que la memoria a corto plazo no necesita la participación de la corteza prefrontal dorsolateral (39).

En los primeros años de la vida, la memoria es de carácter sensitivo, guarda sensaciones o emociones, más tarde aparece la memoria de las conductas: se ensayan movimientos, se repiten y poco a poco se van grabando; de esa forma, los niños van reteniendo y aprendiendo experiencias que permiten que progrese y se adapte al entorno y finalmente, se desarrolla la memoria del conocimiento, o capacidad de introducir datos, almacenarlos correctamente y evocarlos cuando sea oportuno (36).

En el escolar, sus etapas de desarrollo neurológico y social se ven mediadas entre otras por la atención y la memoria, las cuales van evolucionando y se van complejizando de acuerdo al crecimiento biológico del niño(a), siendo fundamentales para su desarrollo intelectual y motor porque permiten la adquisición y procesamiento de información, así como su asociación con el entorno (36). Esta asociación con el entorno va de la mano con el aprendizaje integral que el niño(a) desarrolla en el ambiente escolar, teniendo en cuenta que el aprendizaje no es solo académico, hay un aprendizaje social y cultural que definen su desempeño como sujeto en la sociedad.

El ejercicio físico se define como la actividad física planificada, estructurada y repetida, cuyo objetivo es adquirir, mantener o mejorar la condición física. La práctica de actividad física influye en la mejora de la condición física relacionada con la salud y en mayor medida lo hace el ejercicio físico. No obstante, algunos trabajos reflejan la relevancia de tener niveles óptimos de condición física relacionada con la salud frente a la práctica regular de actividad física de forma aislada (89).

Esteban en 2014, en su revisión sistemática, busca la relación entre actividad física, atención y memoria en adolescentes, recopila 20 artículos en los cuales el 75% de ellos encuentran una relación directa y positiva entre la práctica de actividad física, atención y memoria, con mayores efectos de la actividad física vigorosa directamente y mayores efectos de la actividad física en general, en el desempeño académico, el transporte, actividades de la vida diaria, etc.

Para la operacionalización de las variables, atención, memoria y ejercicio físico, se miden en escala ordinal para clasificar dichas variables de forma jerárquica.

2.3 EVALUACIÓN DE LA ATENCIÓN

Dentro de las pruebas que existen para evaluar la atención en niños(as), se encuentra la prueba d2 (anexo 2), que dentro de las demás pruebas es la que muestra mayor nivel de validez y confiabilidad frente a las demás pruebas como figura de rey, minimalista entre otras. El d2 es un test que mide la capacidad de mantener una actividad atencional durante un periodo de tiempo, es una herramienta neuropsicológica ampliamente utilizada en Europa, la cual en el estudio de Bates, M. E., y Lemay, E. P en 2004 para su validación, los resultados sugirieron que la prueba “d2” es una medida internamente consistente y válida, extrapolable a distintas poblaciones, de precisión y velocidad de escaneo visual; es un test de tiempo limitado para medir la atención selectiva y la concentración mental, entendida como la capacidad de atender selectivamente a ciertos aspectos relevantes de una tarea mientras se ignoran los irrelevantes y además, hacerlo de forma rápida y precisa. El test se puede administrar tanto de forma individual como colectiva con una duración entre 8 y 10 minutos. Existe un total de 14 líneas con 47 caracteres, es decir, por un total de 658 elementos; estos estímulos contienen las letras “d” o “p” que pueden estar acompañados de una o dos pequeñas líneas situadas, individualmente o en pareja, en la parte superior o inferior de cada letra. La tarea del sujeto consiste en revisar atentamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea y marcar toda letra “d” que tenga dos pequeñas rayitas (las dos arriba, las dos debajo o una arriba y otra debajo) (66).

En el Manual estos elementos (es decir, los estímulos correctos) se conocen como elementos relevantes, las demás combinaciones (las “p” con o sin rayitas y las “d” con o ninguna rayita) se consideran “irrelevantes” y no deberían ser marcadas. En cada línea el sujeto dispone de 20 segundos. Las puntuaciones resultantes son: TR, total de respuestas, números de elementos intentados en las 14 líneas; TA, total de aciertos, número de

elementos relevantes correctos; O, omisiones, número de elementos relevantes intentados pero no marcados; C, comisiones, número de elementos irrelevantes marcados; TOT, efectividad total en la prueba, es decir, $TR - (O+C)$; CON, índice de concentración o TA-C; TR+, línea con mayor número de elementos intentados; TR-, línea con menor número de elementos intentados y VAR, índice de variación o diferencia $(TR+) - (TR-)$ (67). Esta prueba ofrece una medida concisa de la velocidad de procesamiento, la atención selectiva y la concentración mental, mediante una tarea consistente en realizar una búsqueda selectiva de estímulos relevantes. Dentro de los resultados que arroja la prueba, el índice de concentración en percentil es el que se tomará en cuenta por ser el indicador que se acerca más al objetivo del estudio, tomando como referencia que un resultado con percentil <40 nos indica bajo desempeño, de 41-60 indica buen desempeño y >61 indica alto desempeño (66).

Esta prueba es de fácil aplicación por su acceso, bajo costo, poco tiempo de aplicación y de fácil adherencia para la población estudiada.

2.4 EVALUACION DE LA MEMORIA

Existen actualmente varios test o escalas para evaluar la memoria como lo son el test WISC-R, TAVEC entre otros, sin embargo, uno de los test con mayor aplicabilidad, validez y confiabilidad es el “test de McCarthy” (MSCA) (anexo 3), porque tiene en cuenta varias escalas de la psicomotricidad de las cuales tomaremos la de memoria como objeto del estudio; este test se encuentra en prácticamente todos los manuales de evaluación psicológica publicados en España y en el ámbito internacional, así como el empleo en distintas investigaciones como la de Magill y Evans en 2001, donde se considera el “test de

McCarthy” como una escala relevante para evaluar el nivel cognitivo y motor de un niño (68).

Es una prueba que permite ofrecer un compendio de información relativamente inusual, desde medidas de psicomotricidad, de memoria, calculo, aptitud verbal, aptitud perceptiva-manipulativa hasta medidas aproximadas de lateralidad, convirtiéndola en una herramienta de gran relevancia y difícilmente sustituible (68).

El MSCA es aplicable a niños con edades entre los 2 años y medio y los 9 años, el contenido de las tareas es diseñado de modo que sea apropiado para ambos géneros tanto femenino como masculino, para diferentes grupos regionales, socioeconómicos y raciales; el material y las preguntas de la prueba tienen un aspecto lúdico, se presentan en forma de juego para no generar tensiones (68).

La batería está integrada por 18 test que dan lugar a 5 escalas (verbal, perceptivo-manipulativa, numérica, memoria y motricidad), para efectos del presente estudio solo se tendrá en cuenta la escala de memoria. Esta escala consiste en proporcionarle al niño una serie de estímulos verbales, visuales y auditivos por medio de palabras, dibujos y sonidos que el niño debe memorizar y repetir en un orden específico. El resultado se da en percentil, el cual si se encuentra entre 1-3 quiere decir que tiene muy bajo desempeño, entre 4-10 bajo desempeño, entre 11-25 tiene medio-bajo desempeño, entre 26-74 tiene mediano desempeño, entre 75-89 tiene medio-alto desempeño, entre 90-96 tiene alto desempeño y de 97-99 tiene muy alto desempeño (68).

La prueba tiene altos índices de validez y confiabilidad en población de habla hispana, facilitando extrapolar esta prueba a población colombiana (73). La prueba es de fácil

acceso, de bajo costo, requiere de poco tiempo de aplicación, pero es necesario hacerlo por una persona experta en el manejo de la prueba.

2.5 ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Los diferentes estudios de valoración de la actividad física en situación libre (no de laboratorio) (Armstrong y Welsman, 2006) se han basado frecuentemente en la aplicación de diferentes instrumentos subjetivos, tales como: cuestionarios, diarios y recuento de los últimos siete días; y objetivos como: podómetros, monitores de la frecuencia cardiaca, acelerómetros, etc. El acelerómetro es el instrumento más adecuado para este fin por ser un instrumento robusto, nada invasivo, que no modifica la conducta al llevarlo puesto y fiable. El uso del acelerómetro ha sido validado tanto en niños como en adolescentes y así lo demuestran los trabajos de Ridgers et al. (2007), Riddoch et al. (2004) apoyándose en los trabajos de Brage, Wedderkopp, Andersen y Froberg (2003), Ekelund, Yngve, Sjostrom y Westerterp (2000), y Trost et al. (1998) (52).

El acelerómetro es el método objetivo de referencia para la medición de actividad física en niños (54). Se trata de un dispositivo de pequeño tamaño que se coloca en la cadera, muñeca o tobillo y actúa como sensor de movimiento permitiendo objetivar la frecuencia, duración e intensidad de actividad física en diversos periodos de tiempo. Los acelerómetros empleados en los últimos años, a diferencia de los monoaxiales, detectan movimiento en los tres planos del espacio (triaxiales). Se codifican con la edad, género y medidas antropométricas (peso y talla) de cada uno de los sujetos estudiados e incorporan un sistema informático para la descarga y tratamiento de los datos. El modelo más empleado en los estudios en niños es el ActiGraph GT3X+® (Manufacturing Technology®) (54), el cual será utilizado en este estudio (55).

La acelerometría en los últimos años ha incrementado su popularidad y el empleo de los acelerómetros se ha convertido en herramientas objetivas de cuantificación de la actividad física en distintas poblaciones (52), proporcionando información relativa sobre la intensidad, la frecuencia y la duración de la actividad física desarrollada de la persona que lleva el monitor (53). Las diferentes intensidades de actividad física, captadas como aceleraciones por el sensor, se traducen posteriormente a distintas unidades que representan, en última instancia, las variables biológicas de gasto energético o consumo de oxígeno. Así las medidas más empleadas son “counts per minute” y “METS”. “MET” es el acrónimo de Metabolic Energy Turnover, medida de gasto energético en base a la que se clasifica la intensidad del ejercicio realizado considerando 1 MET como consumo metabólico basal estando sentado (56). Los “counts” (cuentas) son una medida del movimiento a través de una acumulación de aceleración filtrada y medida durante un período de tiempo fijado previamente, llamados “epoch”. Todos los “epochs” se acumulan y almacenan en el dispositivo y se descargan en el ordenador teniendo de esta manera toda la actividad física registrada. Obtener datos durante “epochs” más bajos tiene especial importancia con sujetos que realicen actividad física esporádica con cambios de intensidad, como es el caso de los niños, de ahí que en este estudio se hayan recogido datos cada 1 segundo.

Se tomó la clasificación de Evenson (2008), la cual es la que mejor se ajusta a la población del estudio por cobertura en rangos de edad, criterios de validez y confiabilidad (77), en esta clasificación se muestra como comportamiento sedentario : <100 counts/min que corresponden a acostarse y sentarse, actividad física leve: > 100 y < 2295 counts/min que corresponde a mayor tiempo sentado y poco caminando, actividad física moderada: 2296 - 4012 counts/min que corresponden a caminar y actividad física vigorosa: >4013 counts/min que corresponden a trotar o correr (51).

La acelerometría ha demostrado la mayor confiabilidad en la medición de actividad física en niños y de la referencia establecida para la presente investigación, tiene una Confiabilidad inter instrumento para los tres ejes de 0,97 ($p < 0,001$) y para la actividad en counts por ejes el ICC fue para X de 0,99, Z 0,98 y Y 0,98 ($p < 0,001$) (Santos Lozano, A. et al., 2012) y con un número de días de medición para alcanzar un ICC de 0,80 es de entre 3 y 5 días para niños preescolares y escolares (Trost, S Pate, R Freedson, P Sallis, J Taylor, W. , 2000).

2.6 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO

FIGURA 1:



ADAPTADO DE: Secchi, J. D., García, G. C., & Arcuri, C. R. (2016). ¿Evaluar la condición física en la escuela?: Conceptos y discusiones planteadas en el ámbito de la educación física y la ciencia. *Enfoques*, 28(1), 67-92.

Partiendo del punto de que la condición física está relacionada con los componentes o cualidades físicas básicas como lo son la velocidad, la fuerza, la resistencia y la flexibilidad, para su completo desarrollo es necesario realizar un programa de ejercicio con los

principios de entrenamiento como lo son la duración, la intensidad, el volumen, la carga, etc., de esta forma se garantiza una adecuada progresión de dichas cualidades con el fin de mejorar la salud física (74).

Es necesario tener en cuenta que, para una adecuada prescripción de ejercicio en esta población escolar específicamente, se debe partir de la evaluación de la salud ó condición física base del individuo, generando así un punto de partida del cual se inicia para plantear posteriormente la meta a conseguir. Los factores de riesgo pueden estar asociados a muchas variables, entre estas las características sociodemográficas, sin embargo, no son objetivo de este estudio. (FIGURA1).

En el caso de la población infantil, no se ha documentado específicamente el tipo de diseño de programas de ejercicio físico ideal en términos de los principios de entrenamiento, se conoce que existen las recomendaciones de actividad física según ACSM en las cuales se basan la mayoría de programas de ejercicio físico específico en niños(as), sin embargo, no se tiene información acerca de la progresión que se debe realizar en dicha población.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, es muy importante realizar la evaluación de la condición física, como un criterio de base para la construcción de propuestas de ejercicio físico para la salud.

2.7 EVALUACION DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Para realizar un programa de ejercicio, es necesario primero conocer la condición física inicial de los escolares y poder realizar así la adecuada prescripción, para esto, se toma como herramienta de evaluación de las cualidades físicas la batería Fitnessgram. El

Instituto Cooper for Aerobics Research (CIAR, 1999), respaldado por la Compañía Americana de Seguros “The Prudential”, desarrolló en 1987 una batería de condición física para niños y jóvenes llamada Fitnessgram, la cual evalúa los componentes de la condición física relacionados con la salud (69).

Muchos expertos consideran que la batería Fitnessgram es la evaluación psicométricamente más sólida de la condición física disponible para las pruebas de campo en niños y jóvenes (Meredith y Welk, 2007; Plowman et al., 2006). La confiabilidad y validez de las evaluaciones Fitnessgram están completamente documentadas (Welk y Morrow, 2005) por encima de otras baterías de evaluación de la condición física en niños como enkids, PACE, Alphafitness, etc. (76), pero la mayoría de los estudios publicados se han realizado con pequeñas muestras de conveniencia (Hartman & Looney, 2003; Jackson, Morrow, Jensen, Jones, y Schultes, 1996, Joyner, 1997, Mahar et al., 1997, Patterson, Rethwisch, y Wiksten, 1997; Patterson, Wiksten, Ray, Flanders, y Sanphy, 1996). (75)

Se trata de una batería de test, desarrollada para la valoración de la condición física en niños y niñas de cinco a diecisiete años. Consta de 13 ítems que contribuyen a la medición de los tres componentes de la condición física que han sido identificados como importantes por su relación con la salud y con un funcionamiento óptimo del organismo. Los tres componentes de la condición física propuestos por el Fitnessgram son la capacidad aeróbica, la composición corporal, la fuerza-resistencia y flexibilidad Muscular (69). (Anexo 4).

2.8 PROGRAMA DE EJERCICIO FISICO

La salud de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y el ACSM (American Collage Sport Medicine) especifican que para los niños y jóvenes entre 5 y 17 años de edad, la actividad física debe consistir en juegos, deportes, desplazamientos, actividades recreativas, educación física o ejercicios programados, en el contexto de la familia, la escuela o las actividades comunitarias, con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares, óseas y de reducir el riesgo de ECNT, se recomienda que: Los niños y jóvenes de 5 a 17 años inviertan como mínimo 60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa, se informa que la actividad física por un tiempo superior a 60 minutos diarios reportará un beneficio aún mayor para la salud y que la actividad física diaria debería ser, en su mayor parte, aeróbica. Convendría incorporar, como mínimo tres veces por semana, actividades vigorosas que refuercen, en particular, los músculos y huesos.

Para efectos de este proyecto, se estructuró un programa de ejercicio físico el cual cumple con las características de la prescripción (ACSM, 1999) y se presenta de forma progresiva y planificada según los objetivos propuestos para el mismo.

Se realizó la aplicación de un programa de ejercicio físico basado en una búsqueda de información acerca de programas ya estructurados, pero durante esta búsqueda, no se encuentra la estructuración general del programa como tal. Por lo tanto, este programa de ejercicio físico surge a partir de las recomendaciones mundiales de actividad física.

Con base en lo anterior el programa de ejercicio físico que se presenta en este estudio surge a través de la práctica de campo de la maestría en Fisioterapia del Deporte y la

Actividad Física, en la cual dos fisioterapeutas realizan una propuesta y diseñan el programa de ejercicio físico que finalmente se implementó como parte de su práctica de campo, la estructura general del programa se muestra en el anexo 1.

De esta manera, quedan descritas entonces las pruebas para evaluar atención y memoria, la medición de los niveles de actividad física, la batería que evalúa la condición física de los escolares y el programa de ejercicio físico con el que se espera encontrar el efecto sobre la atención y la memoria en los escolares, los cuales retomando un poco sus características, hay que tener en cuenta que los niños también refuerzan diferentes habilidades motoras con el ejercicio físico basadas en los patrones fundamentales de movimiento o patrones motores, dichos patrones en común armonía con las diferentes cualidades físicas forman un gesto motor integral, apto para suplir las necesidades del movimiento (41).

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. METODOLOGIA

3.1.1 TIPO DE ESTUDIO

Ensayo clínico, donde se busca encontrar el efecto que tiene el ejercicio físico sobre la atención y la memoria en un grupo de escolares entre 7-9 años de edad de la ciudad de Bogotá.

3.1.2 POBLACIÓN

Escolares de tercer grado de primaria de una institución educativa en la ciudad de Bogotá entre 7-9 años de edad, distribuidos en un grupo experimental y un grupo control: El grupo experimental será sometido a un programa de ejercicio físico desarrollado con base en las recomendaciones de actividad física y el grupo control no será sometido a intervención.

3.1.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Escolares entre 7 y 9 años de edad, potencialmente sanos, que estén matriculados y asistan a la institución educativa por lo menos 3 veces a la semana, que cumplan con el consentimiento informado firmado por los padres ó representante legal autorizando su participación en el estudio.

3.1.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Niños y niñas con retraso en el desarrollo, enfermedades psiquiátricas, patologías cardiovasculares, desnutrición, desacondicionamiento físico severo y otras condiciones que afecten o limiten el movimiento corporal, el desarrollo de actividad física ó el desempeño neurológico.

3.1.5 PROCEDIMIENTO

3.1.5.1 CUMPLIMIENTO DE LAS CONSIDERACIONES ETICAS

En primera instancia se presenta el proyecto ante el comité de ética de la facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, el cual recibe la aprobación según el Acta No. 5 el 25/05/2016.

3.1.5.2 ACERCAMIENTO A LA POBLACIÓN

Se presentó el proyecto tanto a los directivos como profesores, donde se especifica que el abordaje se hará con los estudiantes de 3ro de primaria, debido a que es el grado que cumple con los rangos de edad del estudio; posteriormente el acercamiento se hace con los padres de familia y representantes legales, donde se les presenta el estudio a realizar, los criterios de inclusión y exclusión, los objetivos, los beneficios que obtienen por la participación en el estudio, se resuelven dudas y se les da la libertad de participar o no con los niños y niñas mediante la firma del consentimiento informado respectivamente. En total inicialmente 58 consentimientos informados fueron firmados.

Una vez teniendo el consentimiento informado firmado y los demás criterios de inclusión, la muestra se reduce a 55 estudiantes descartando consentimientos informados firmados pero que no cumplían con el rango de edad para la participación del estudio.

3.1.5.3 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

Se realiza la caracterización mediante la recolección de los siguientes datos:

DATOS PERSONALES

- Nombre
- Edad
- Fecha de nacimiento
- Género
- Documento de identidad
- Curso

MEDIDAS ANTROPOMETRICAS

- Peso
- Talla
- Adipometria

DATOS SOCIODEMOGRAFICOS

- Estrato socioeconómico
- Nivel educativo de los padres

Elaboración propia

Aunque no es objetivo del estudio, se tomaron datos sociodemográficos como estrato socioeconómico y nivel educativo de los padres, para poder correlacionarlos en algún momento con los niveles de atención y memoria de los escolares. Todos estos datos se sistematizaron en una base de datos.

Para el peso se utilizó una báscula electrónica marca OMRON® , se pidió a cada niño(a) que solo tuviera puesto camiseta y pantaloneta, que se retirara medias y zapatos; se encendía la báscula y se le pedía al niño(a) subirse ubicando los pies lado a lado y en el centro de la báscula, cuerpo completamente recto y mirada al frente, una vez la báscula registraba el peso, éste se anotaba en la plantilla de control, el niño(a) se bajaba y se apagaba la báscula, de esta manera cuando se media al siguiente niño(a) se volvía a encender.

Para la toma de la talla se utilizó un tallímetro adaptado a la pared, mismas condiciones de vestuario de la toma del peso, cuerpo completamente recto y contra la pared, piernas juntas y mirada al frente, se realizó la toma utilizando la marcación del tallímetro, se registraba la medida en la plantilla de control y se procedía a medir el siguiente niño(a). El peso, la talla y la adipometría se midieron de acuerdo a los estándares establecidos por la OMS en este grupo de edad.

Para la toma del peso, talla y adipometría se contó con la colaboración de estudiantes de semillero de investigación y la adipometría con el apoyo de una nutricionista experta y certificada en la toma de pliegues cutáneos de la Universidad Nacional de Colombia.

Estas mediciones antropométricas se realizan para el diseño del programa de ejercicio físico, así como lo sugieren las guías de la OMS y ACSM, las cuales especifican que se debe evaluar la condición física inicial en todas sus cualidades como punto de partida para la construcción de un programa de ejercicio físico.

3.1.5.4 MEDICION CON ACELEROMETRIA

La medición de acelerometría se realiza para conocer los niveles iniciales de actividad física en los que se encuentran los escolares. En este punto la muestra se reduce y permanece con 52 escolares debido a inasistencia escolar.

Para la medición de acelerometría lo primero fue realizar un primer acercamiento del acelerómetro con los escolares y darles a los estudiantes un pequeño taller acerca de que era el acelerómetro, para qué se los íbamos a colocar, como debían llevarlo puesto, los cuidados que debían tener con el equipo y las recomendaciones de uso como por ejemplo: que los acelerómetros no se los podían retirar durante el tiempo de medición, que no eran intercambiables entre si y que debían seguir sus actividades durante la jornada común y corriente.

Se utilizó la clasificación descrita por Evenson en 2008, el protocolo de la medición con acelerometría se encuentra detallado en el anexo 5.

3.1.5.5 APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS (ATENCION Y MEMORIA)

Para la aplicación de la prueba de atención “d2”, se contó con la colaboración de una profesional experta y entrenada en la aplicación de dicha prueba. La prueba “d2” se puede aplicar de manera grupal o individual, preferiblemente en un espacio de poco ruido y los estudiantes separados entre sí en el momento de la aplicación. El protocolo completo de la aplicación de esta prueba se encuentra descrito en el anexo 2.

Para la aplicación de la prueba de memoria “McCarthy”, se utiliza el componente de memoria, ésta prueba es necesario realizarla de manera individual y en un espacio sin ruido por lo cual se contó con un salón alejado y silencioso. En esta prueba también se contó con la colaboración de la misma profesional experta y entrenada en la aplicación de esta prueba. El protocolo de aplicación de esta prueba se encuentra descrito en el anexo 3.

3.1.5.6 EVALUACION DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Se utilizó la batería Fitnessgram, los componentes que evalúa la prueba se encuentran en la figura 2.

FIGURA 2.



Elaboración propia

Para su aplicación se contó con la colaboración de dos fisioterapeutas estudiantes de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física y dos estudiantes de semillero de investigación en Actividad física, ejercicio en niñas, niñas y adolescentes de la Universidad Nacional de Colombia.

En total fueron evaluados 52 estudiantes con la condición de actividad física inicial mediante la acelerometría, la condición de la atención y la memoria inicial mediante las pruebas d2 y McCarthy respectivamente, la condición física inicial mediante la batería Fitnessgram.

3.1.5.7 ALEATORIZACIÓN DE GRUPOS

Se parte del hecho de que los estudiantes que se encuentran cursando el grado tercero en esta institución educativa, han cumplido con unos estándares educativos, de habilidades y destrezas que les han permitido avanzar en su trayecto escolar, adicional a esto, no se encuentran casos de estudiantes que no cumplan con estos requisitos y aun así se encuentran cursando tercero de primaria. Es por esto que no se realiza prueba de medición de inteligencias previa, dado a que todos los estudiantes por cumplimiento de metas y logros se encuentran en las mismas capacidades de aprendizaje y desarrollo.

Se tomaron el total de los participantes correspondientes a los cursos 301, 302 y 303, teniendo finalmente 52 participantes en el estudio. Se aleatorizaron para garantizar que hubiese representación de todos los cursos en el grupo control y en el grupo experimental por medio de la papeleta. Vale la pena resaltar que la institución educativa tiene 3 asignaturas que buscan promover la expresión artística, el movimiento corporal y otros aspectos de orden social y cultural, estas asignaturas son educación física, artística, taller creativo y desarrollo motriz. Por la logística establecida en el colegio, para facilitar la participación se estableció que el programa de ejercicio a implementar se haría en los horarios de dichas asignaturas, de tal manera que el grupo control siguió ejecutando las actividades propuestas por esa asignatura y el grupo experimental recibió el programa de ejercicio físico en los horarios correspondientes a estas asignaturas, teniendo en cuenta que se cumplieran las guías y recomendaciones de actividad física.

Se determinaron igual número de participantes en cada grupo, 26 participantes tanto para el grupo control como para el grupo experimental.

Grupo control: Escolares a los cuales solo se analizó las variables, pero no se realizó ninguna intervención.

Grupo experimental: Escolares expuestos al programa de ejercicio físico y a los cuales se les analizó las variables.

3.1.5.8 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO

El programa de ejercicio físico que se aplicó en este proyecto se realizó con base en las recomendaciones del ACSM durante 18 sesiones, 3 veces a la semana, con una duración de 1 hora cada sesión. Cada sesión se desarrolló en 3 partes, la primera de calentamiento, la segunda fue la fase central donde se trabajaron las cualidades físicas (capacidad aeróbica, fuerza, resistencia y flexibilidad) y la tercera de vuelta a la calma. La aplicación del programa de ejercicio físico se encuentra detallada en el anexo 1.

Posteriormente a la aplicación del programa de ejercicio físico a los 52 escolares de la muestra, se les realizan las evaluaciones post intervención de la condición física con la aplicación nuevamente de la batería Fitnessgram y las evaluaciones de atención y memoria con los test d2 y McCarthy respectivamente, de la misma manera en que se hicieron previo a la intervención. La acelerometría solo se hace en la parte inicial del estudio como diagnóstico acerca de los niveles de actividad física con los que parte la población.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el efecto de un programa de ejercicio físico sobre la atención y la memoria, en escolares de una institución educativa entre 7 y 9 años de edad de la ciudad de Bogotá.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la distribución de los diferentes niveles de actividad física de los escolares entre 7 y 9 años de edad participantes del estudio.
2. Caracterizar la condición física inicial en los grupos control y experimental.
3. Identificar si la realización de un programa de ejercicio físico genera alguna modificación en las variables de atención y memoria en los estudiantes del grupo intervención.
4. Establecer las variaciones en los niveles de atención en los diferentes grupos de edad posterior a la aplicación de un programa de ejercicio físico en el grupo intervención.
5. Establecer las variaciones en los niveles de memoria en los diferentes grupos de edad posterior a la aplicación de un programa de ejercicio físico en el grupo intervención.
6. Realizar una comparación de los resultados en relación a los niveles de atención y memoria en el grupo experimental y en el grupo control.

3.3 PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuál es el efecto de un programa de ejercicio físico sobre la atención y la memoria en escolares de una institución educativa entre los 7 y 9 años de edad de la ciudad de Bogotá?

4. CONSIDERACIONES ETICAS

A partir de la Resolución 8430 de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, se tendrán en cuenta aspectos como el respeto a la dignidad de los seres humanos, su protección, derechos y bienestar. El presente trabajo de investigación tendrá en cuenta los principios científicos y éticos que la justifiquen, donde prevalecerá la seguridad de los beneficiarios y además se expresarán los riesgos mínimos.

Para efectos de la presente investigación, se clasifica la investigación dentro de la categoría B investigación con riesgo mínimo, siendo estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes; considerando que la población está constituida por menores de edad, se contará con el respectivo consentimiento Informado firmado por sus padres o representante legal aceptando y autorizando la participación del menor en el estudio, con pleno conocimiento de los procedimientos, beneficios y riesgos. Cabe aclarar que se explicitará a los participantes y sus representantes que tendrán la libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio sin que por ello se creen perjuicios para ellos.

Se tendrá en cuenta la participación y aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Colombia. La investigación protegerá la privacidad del individuo o sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

5. RESULTADOS

El análisis de los datos se realizó por medio del programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) y con estadística no paramétrica.

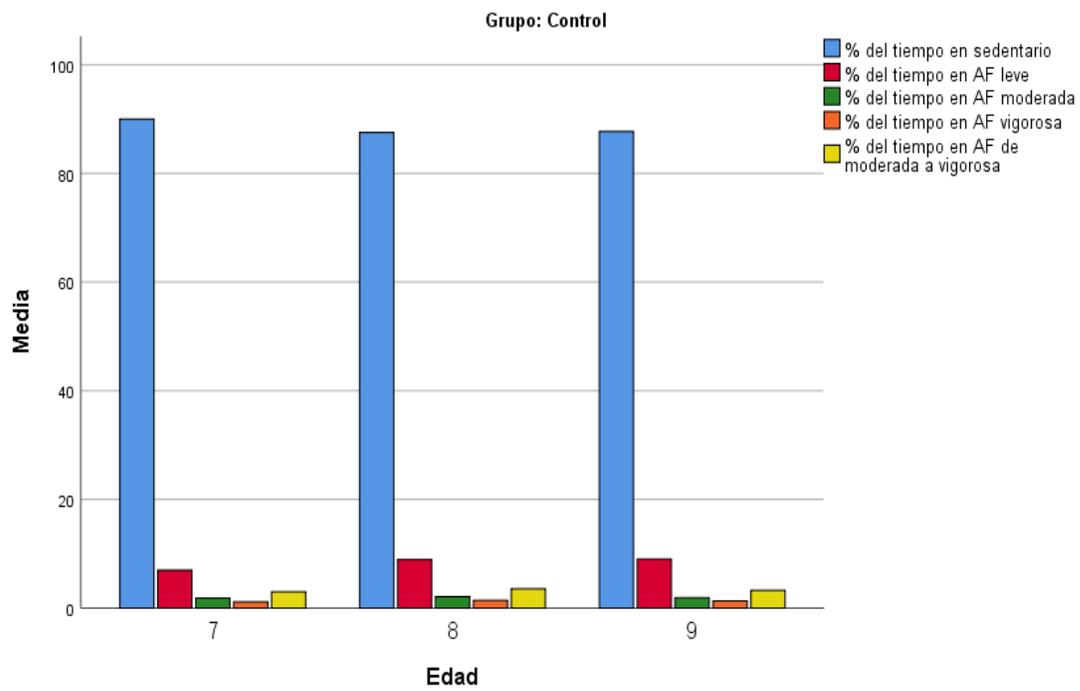
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

Los participantes del estudio son estudiantes de una institución educativa de la ciudad de Bogotá, de tercer grado de primaria entre los 7 y 9 años de edad, conformado por 20 niños y 32 niñas y oscilan entre los estratos socioeconómicos 1,2 y 3.

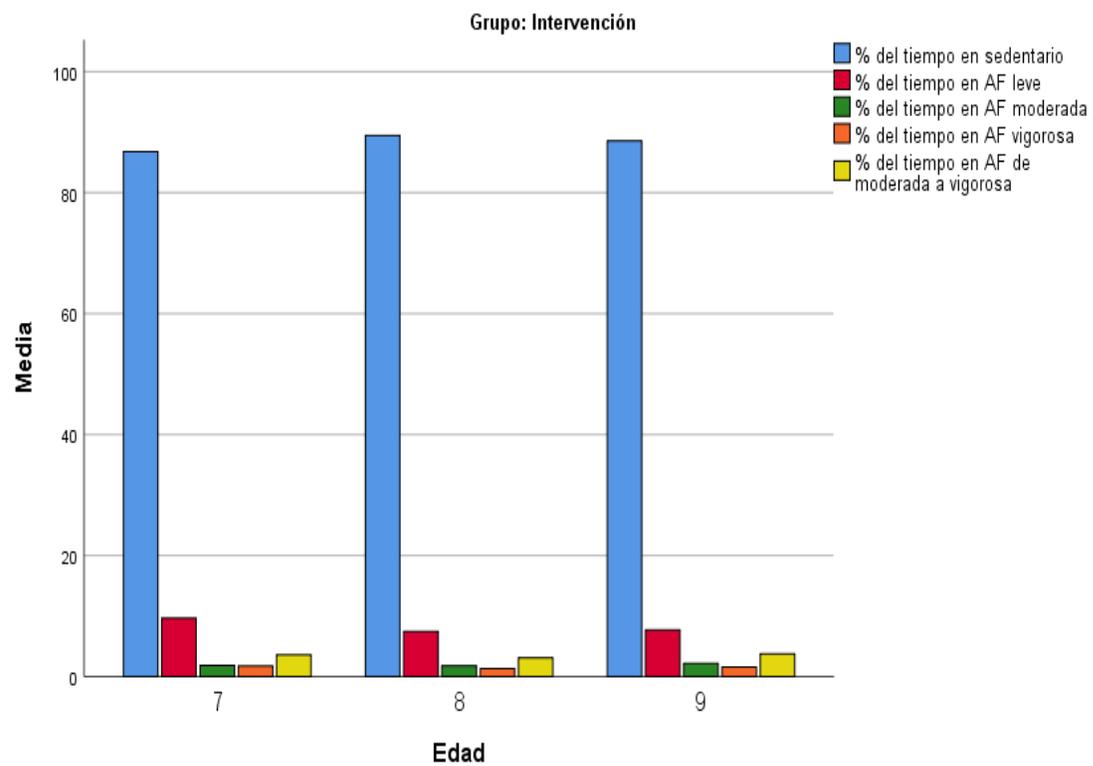
5.2 CARACTERIZACION DE LOS NIVELES DE ACTIVIDAD FISICA

Se realizó una comparación de los niveles de actividad física medidos con acelerometría, dichos niveles entendidos como comportamiento sedentario, actividad física leve, actividad física moderada, actividad física de moderada a vigorosa y actividad física vigorosa en la población en general, niños y niñas de 7, 8 y 9 años de edad; lo que muestra esta comparación es que los niños(as) de 7, 8 y 9 años se encuentran en un nivel de actividad física sedentario, todas las edades muestran comportamiento sedentario mayor al 80%, seguido por actividad física leve entre el 10% y el 15%, actividad física moderada, actividad física de moderada a vigorosa y actividad física vigorosa representan menos del 10% en las mismas edades tanto para el grupo control como el grupo intervención. (Graficas 1 y 2)

GRAFICA 1.



GRAFICA 2.



5.3 CARACTERIZACION DE LA CONDICION FISICA EN EL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL.

FIGURA 3.

CUALIDAD	GRUPO CONTROL		GRUPO EXPERIMENTAL	
	ZONA SALUDABLE	ZONA NO SALUDABLE	ZONA SALUDABLE	ZONA NO SALUDABLE
PACER	100%	0%	100%	0%
FUERZA	50%	50%	45%	55%
FLEXIBILIDAD	45%	55%	50%	50%

Elaboración propia

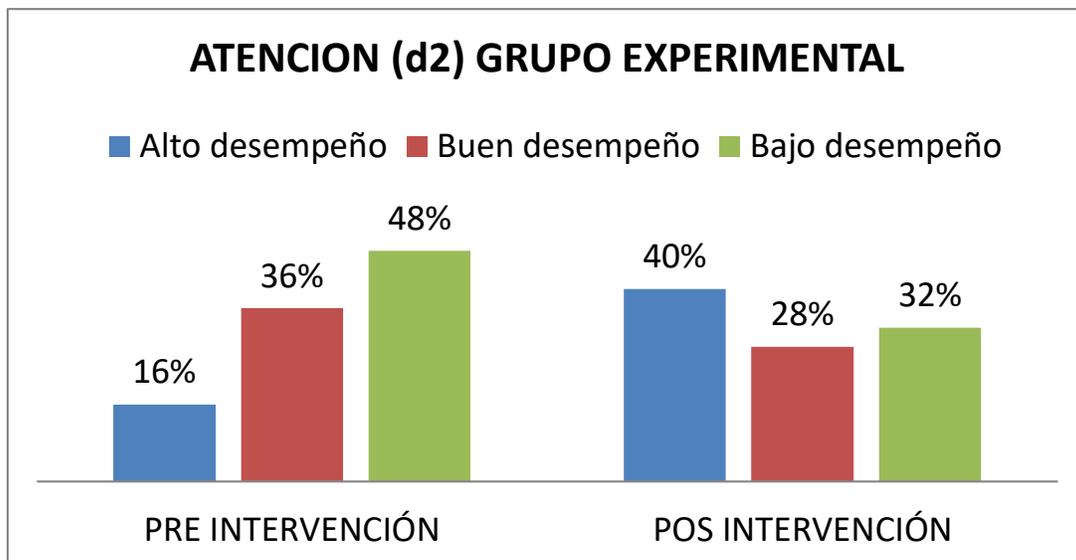
A partir de esta caracterización (figura 3), el programa de ejercicio físico se plantea fundamentalmente para mantener la capacidad aeróbica y mejorar las cualidades físicas fuerza y flexibilidad específicamente, dado los bajos niveles óptimos de esta cualidad para estas edades (75). El detalle del programa de ejercicio físico se encuentra en el anexo 1.

5.4 VARIABLE DE ATENCION POSTERIOR A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN EL GRUPO EXPERIMENTAL.

Se realizó un análisis del comportamiento de la variable atención evaluada con la prueba d2 en el grupo experimental pre y pos intervención para la población en general, se muestra en la gráfica 3 que en la fase pre intervención los estudiantes parten de unos niveles muy bajos de alto desempeño con 16%, seguidos por buen desempeño con 36% y bajo desempeño con 48%, sin embargo posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico,

el alto desempeño mejora al 40%, buen desempeño se muestra en 28% y el bajo desempeño disminuye a 32%. Los estudiantes que estuvieron en alto desempeño pre intervención se mantuvieron en la misma categoría pos intervención, del 36% de la población que se encontraba en buen desempeño en la fase pre intervención, el 16% pasó a alto desempeño en la pos intervención y los demás se mantuvieron en la misma categoría, del 48% que se encontraba en bajo desempeño, el 16% pasó a buen desempeño, el 8% pasó a alto desempeño y el 24% se mantuvo en bajo desempeño pos intervención (Grafica 3).

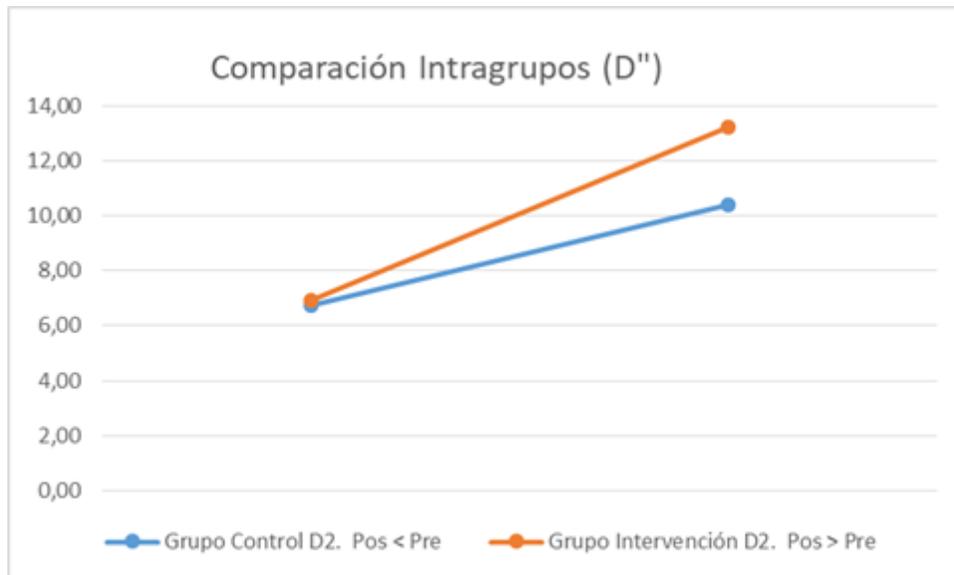
GRAFICA 3.



Cuando se aplica el análisis con estadística no paramétrica, en la comparación pre y pos intervención del grupo control y del grupo experimental, el cual se realizó con estadístico de Wilcoxon, se observa en el grupo control sig = (0.001), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas pre y pos intervención; en el grupo experimental se observa una sig = (0.006), indicando que existen diferencias estadísticamente

significativas pre y pos intervención, estas diferencias fueron significativas con un nivel de confianza del 99.9 % (Grafica 4).

GRAFICA 4.

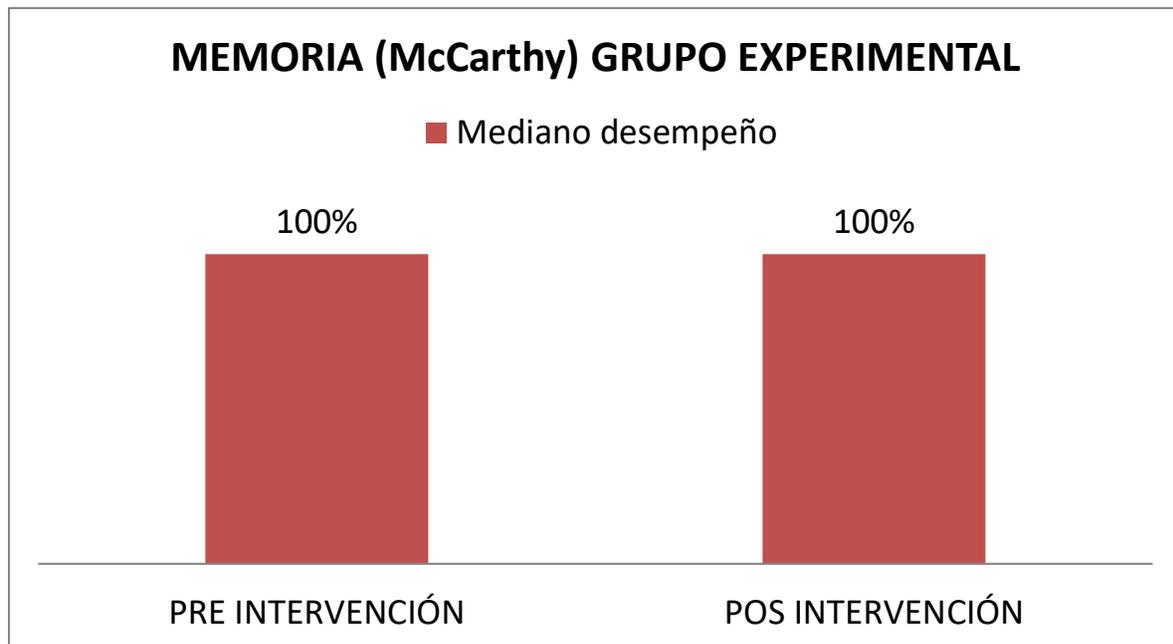


5.5 VARIABLE DE MEMORIA POSTERIOR A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN EL GRUPO EXPERIMENTAL.

Se realizó un análisis del comportamiento de la variable memoria evaluada con la prueba McCarthy en el grupo experimental pre y pos intervención para la población en general, se muestra en la gráfica 5 que en la fase pre intervención los estudiantes se encuentran en el nivel mediano desempeño con el 100% de la población, en la pos intervención se muestra que la población permanece en ese mismo nivel con el 100% de la población, sin embargo, al revisar los percentiles en la prueba se puede evidenciar que el 64% de la población

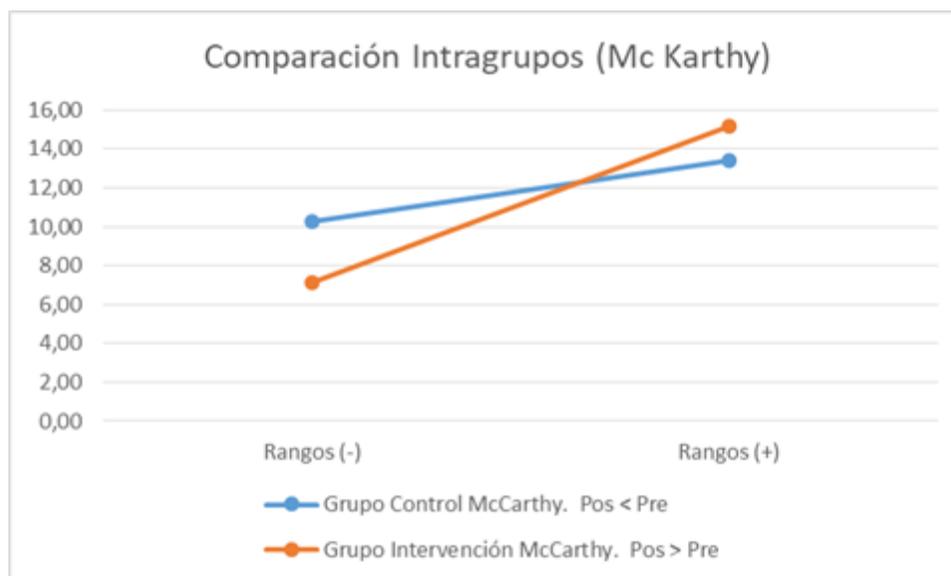
aumenta su percentil y el 32% lo disminuye posterior a la aplicación del programa de ejercicio físico a pesar de permanecer en el nivel mediano desempeño.

GRAFICA 5.



Cuando se realiza el análisis no paramétrico, en la pre y pos intervención para el grupo control y el grupo experimental, el cual también se realizó con estadístico de Wilcoxon, se observa en el grupo control que la memoria tiene una sig = (0.026), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas pre y pos intervención, en el grupo experimental se observa que la memoria tiene una sig = (0.008), indicando que existen diferencias estadísticamente significativas pre y pos intervención; estas diferencias también fueron significativas con un nivel de confianza del 99.9 % (Grafica 6).

GRAFICA 6.

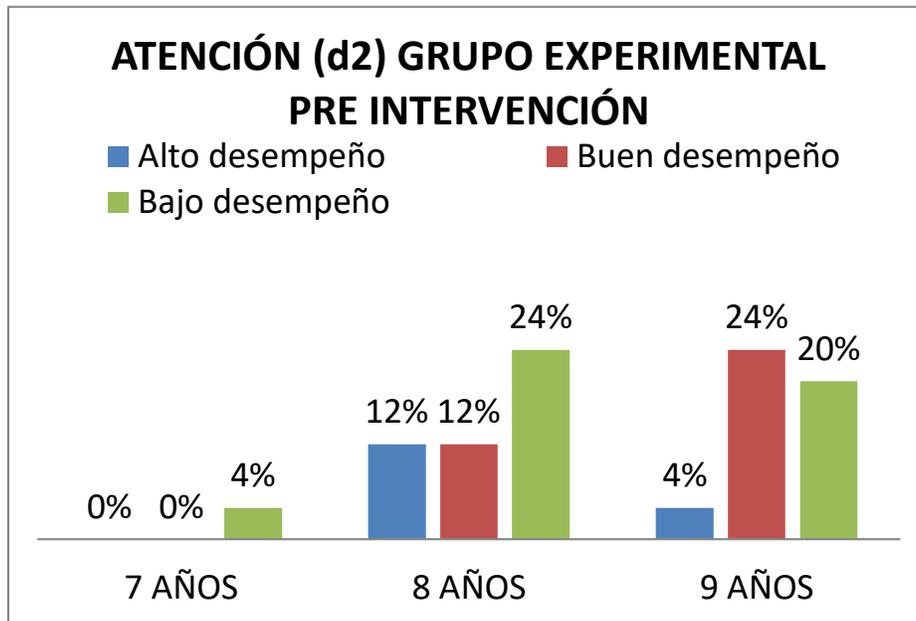


5.6 VARIABLE DE ATENCION EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE EDAD POSTERIOR A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN EL GRUPO EXPERIMENTAL.

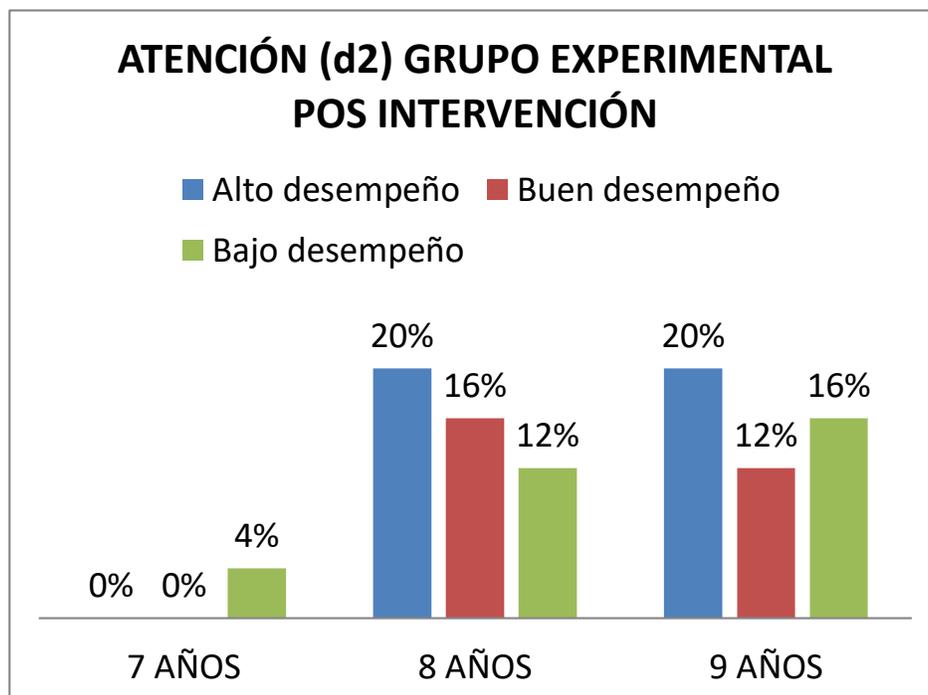
Se realizó un análisis del comportamiento de la variable atención evaluada con la prueba d2 en los niños(as) de 7, 8 y 9 años de edad del grupo experimental pre y pos intervención, se muestra en las gráficas 7 y 8 que en la fase pre intervención los estudiantes de 7 años parten en un nivel de bajo desempeño con un 4% y en la pos intervención se mantienen en el mismo nivel con el mismo 4%; en los niños(as) de 8 años, el 12% de la población parte de un nivel de alto desempeño en la pre intervención y en la pos intervención este porcentaje mejora a 20%, otro 12% de la población parte en nivel buen desempeño y en la pos intervención este porcentaje también mejora a 16%, el 24% de la población parte de bajo desempeño, en la pos intervención este porcentaje se disminuye al 12%; en los niños(as) de 9 años de edad el 4% de la población se encuentra en alto desempeño en la pre intervención, en la pos intervención este porcentaje mejora al 20%, el 24% de la

población parte en buen desempeño y en la pos intervención este porcentaje disminuye a 12%, el 20% de la población se encuentra en bajo desempeño en la pre intervención, en la pos intervención este porcentaje disminuye a 16%.

GRAFICA 7.



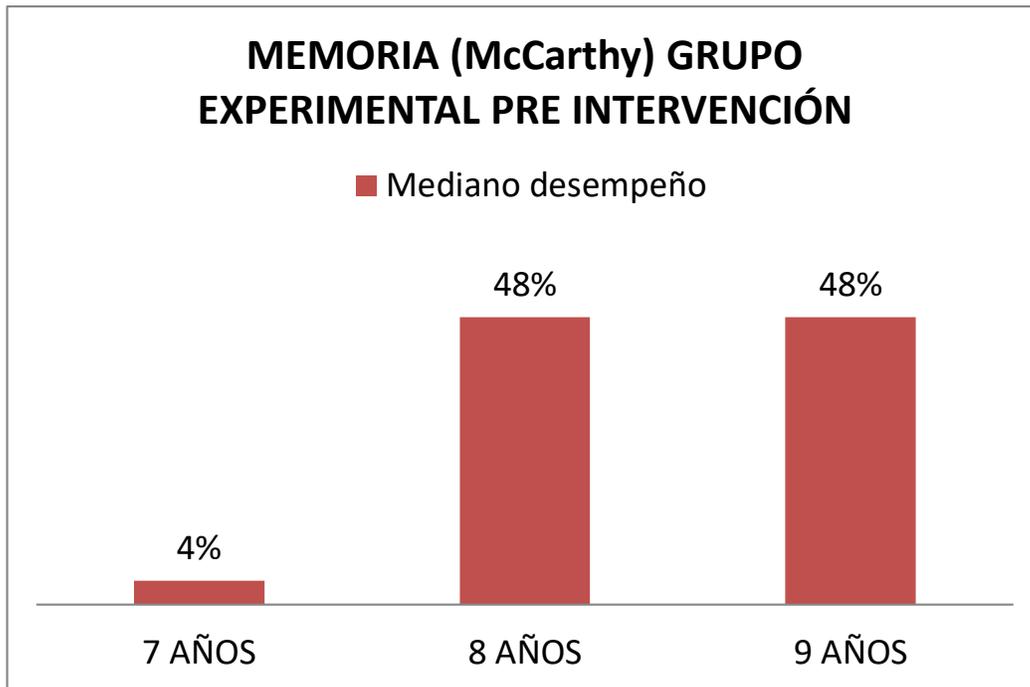
GRAFICA 8



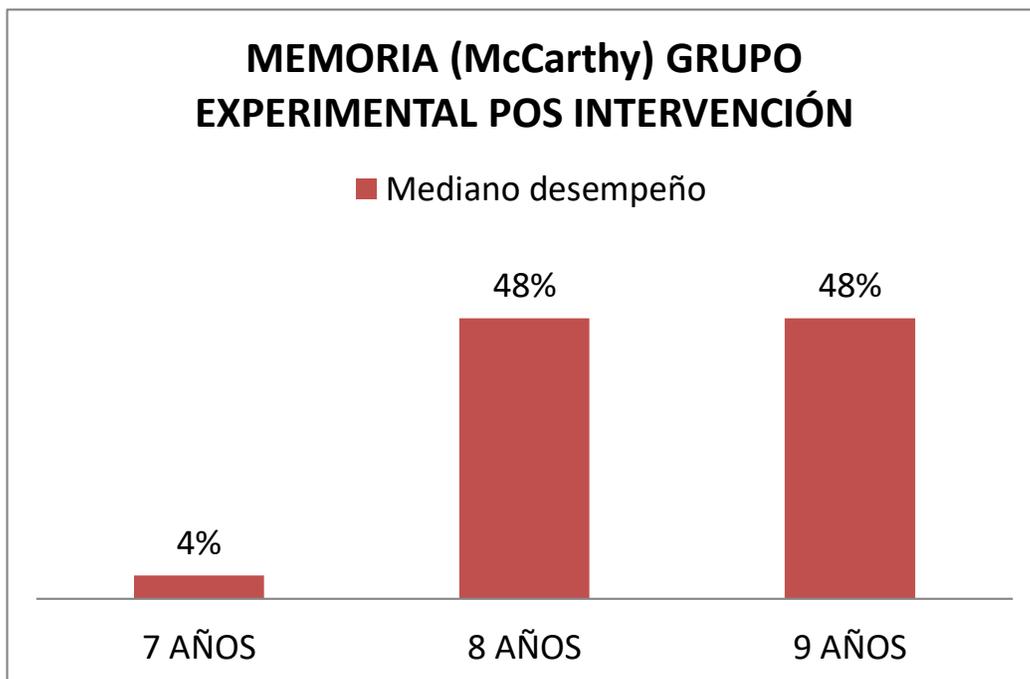
5.7 VARIABLE DE MEMORIA EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE EDAD POSTERIOR A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN EL GRUPO EXPERIMENTAL.

Se realizó un análisis del comportamiento de la variable memoria evaluada con la prueba McCarthy en los niños(as) de 7, 8 y 9 años de edad del grupo experimental pre y pos intervención, se muestra en las gráficas 9 y 10 que en la fase pre intervención y pos intervención la población se mantienen en el mismo nivel mediano desempeño con los mismos porcentajes en las diferentes edades, los niños(as) de 7 años parten y permanecen en mediano desempeño con el 4%, los de 8 años parten y permanecen en mediano desempeño con 48% y los de 9 años también parten y permanecen en mediano desempeño con 48%. Sin embargo, al revisar los percentiles en la prueba se puede evidenciar que, en la pos intervención, el 4% de los niños(as) de 7 años disminuyen su percentil, en los niños(as) de 8 años, el 8% disminuye su percentil mientras que el 36% lo aumenta y en los niños(as) de 9 años, el 20% disminuye su percentil mientras que el 28% lo aumenta.

GRAFICA 9.



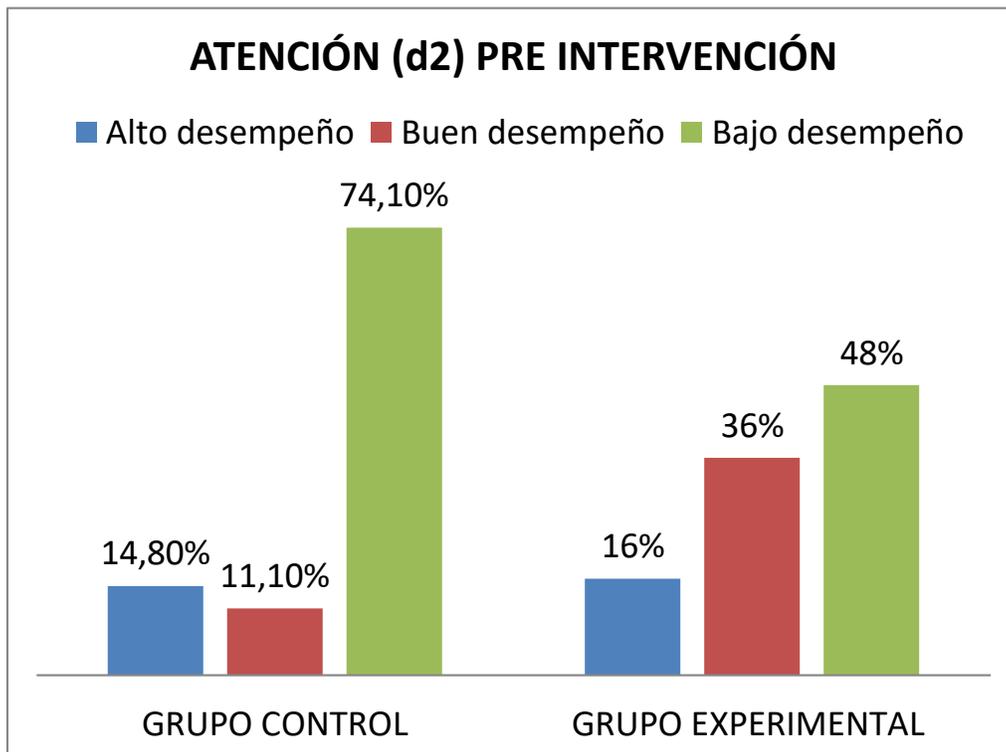
GRAFICA 10.



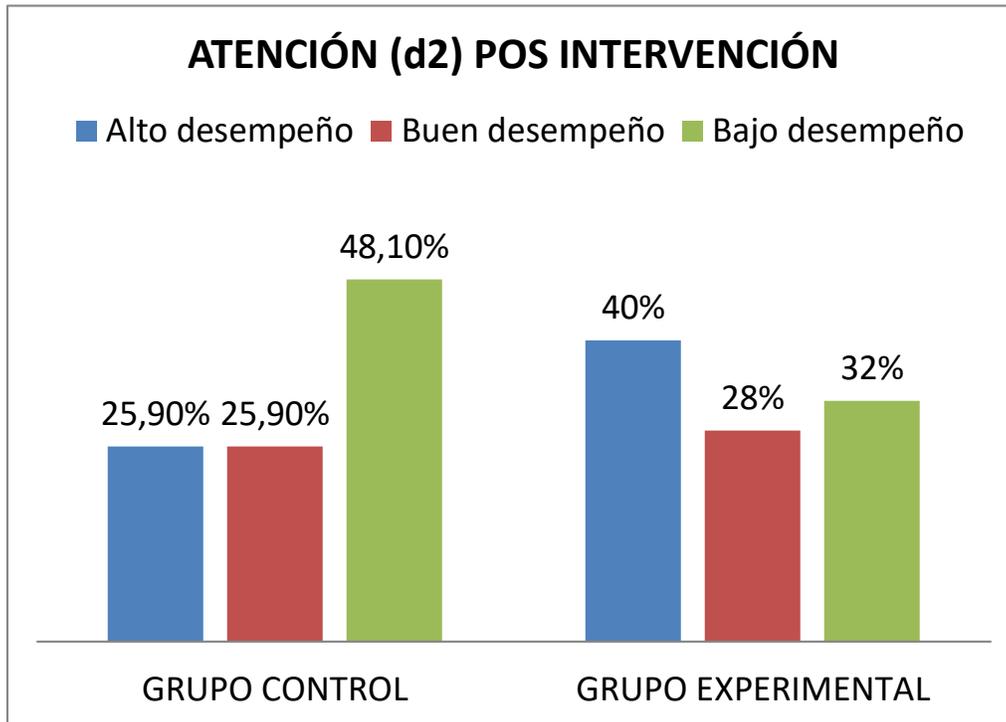
5.8 VARIABLE DE ATENCION COMPARANDO GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL PRE Y POS INTERVENCIÓN.

Se realizó una comparación de los resultados de la atención evaluada con la prueba d2 entre el grupo control y el grupo experimental en la pre y la pos intervención, en las gráficas 11 y 12 se puede ver que en la pre intervención el grupo control parte en nivel alto desempeño con 14,8% y en la pos intervención el porcentaje sube a 25,9%, el 11,1% está en buen desempeño y pos intervención sube a 25,9%, el 74,1% de la población se encuentra en bajo desempeño y pos intervención disminuye a 48,1%. Los resultados correspondientes al grupo experimental muestran en mayor medida una respuesta positiva posterior a programa de ejercicio físico con respecto al grupo control que no recibió la aplicación del programa. Se complementan resultados en la Grafica 4.

GRAFICA 11.



GRAFICA 12.

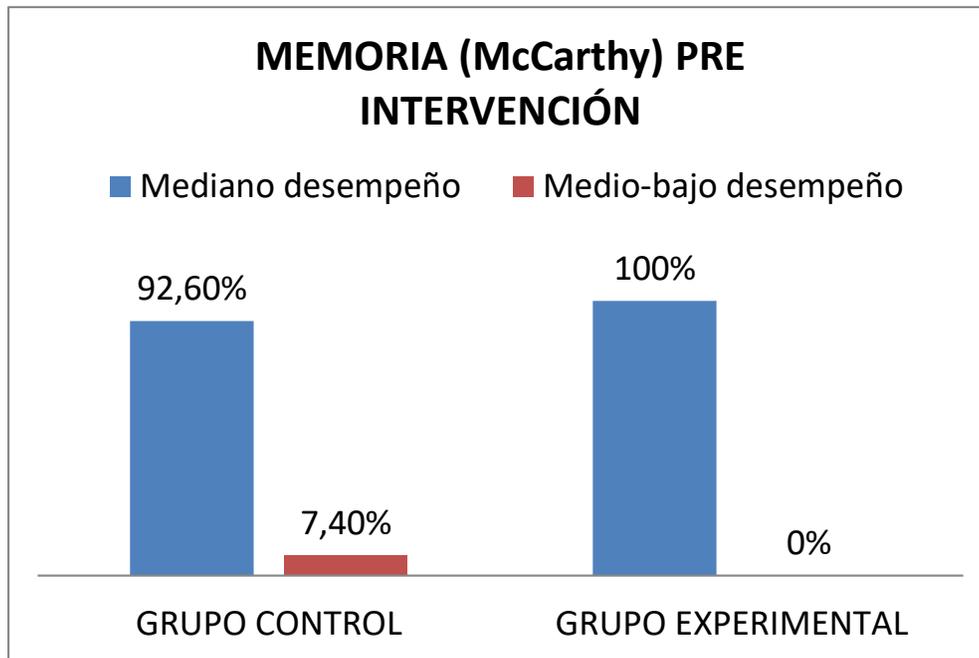


5.9 VARIABLE DE MEMORIA COMPARANDO GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL PRE Y POS INTERVENCIÓN.

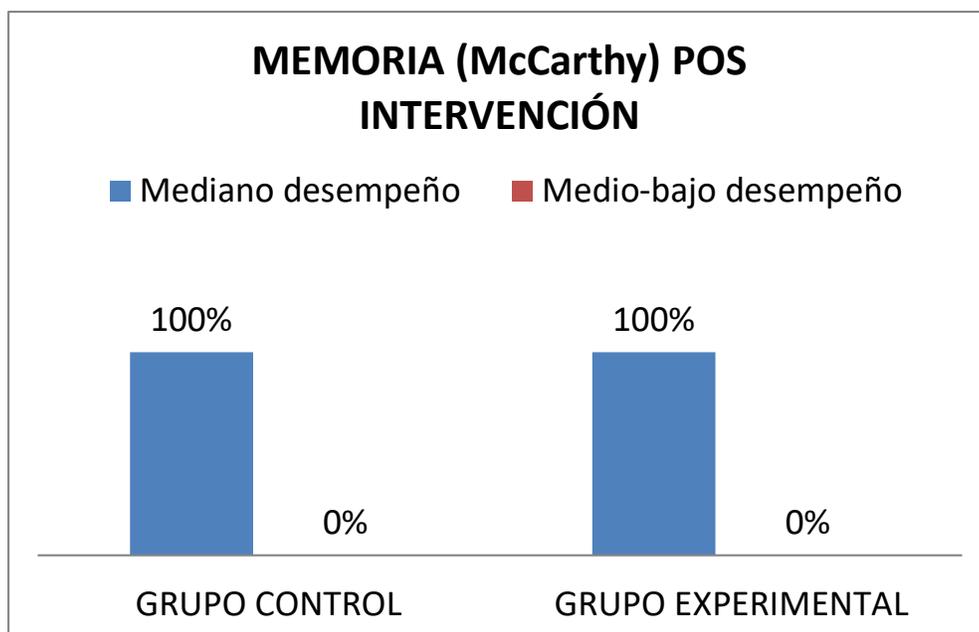
Se realizó una comparación de los resultados de la memoria evaluada con la prueba McCarthy entre el grupo control y el grupo experimental en la pre y la pos intervención, en las gráficas 11 y 12 se puede ver que en la pre intervención el grupo control parte en nivel mediano desempeño con 92,6% de la población, mientras que el 7,4% se encuentra en medio-bajo desempeño, pos intervención el 100% de la población se encuentra en mediano desempeño, en el grupo experimental el 100% de la población parte y permanece en mediano desempeño pos intervención. Sin embargo, al analizar los percentiles de la prueba se ve que en el grupo control el 55,5% de la población mejora su percentil comparado con el 64% del grupo experimental, el 25,9% del grupo control disminuye su percentil

comparado con el 32% del grupo experimental. Se complementan resultados en la Grafica 6.

GRAFICA 11.



GRAFICA 12.



6. CONCLUSIONES

Según la caracterización de los niveles de actividad física de la población, podemos concluir que por encima del 80% de los niños(as) se encuentran en comportamiento sedentario a pesar de encontrarse en un ambiente educativo, donde tienen la necesidad del continuo movimiento para la toma de sus clases dado a que estas se imparten en salones diferentes, los resultados indican que no se realiza suficiente actividad física o por lo menos esta no sobrepasa los niveles de actividad física leve, moderada, moderada-vigorosa y vigorosa en la mayoría de la población.

Cuando se hace la caracterización de la condición física, a pesar de que la capacidad aeróbica se encuentra dentro de los estándares para estas edades, cualidades físicas como la fuerza y la flexibilidad no están lo suficientemente desarrolladas a pesar de que la institución educativa cuenta con espacios educativos donde se genera movimiento corporal y ejercicio físico.

Un programa de ejercicio físico de 6 semanas de aplicación mejora los niveles de atención en los niños(as) de 8 y 9 años de edad, mientras que no se evidencian resultados significativos en cuanto a la memoria en términos cualitativos, en términos cuantitativos si se muestra un impacto positivo del ejercicio sobre esta variable, sin embargo, se da un menor impacto en los niños de 7 años de edad.

Cuando se realiza la comparación entre grupo control y grupo experimental pos intervención, aparentemente los dos mejoran sus niveles de atención y memoria, sin embargo se evidencia que el grupo al que se le aplicó el programa de ejercicio físico muestra mejores resultados en atención y memoria con respecto al grupo control, el grupo

control muestra resultados positivos a la actividad que comúnmente realizan en la institución educativa pero el programa de ejercicio físico muestra mejores resultados.

Aunque no se abordaron las variables sociodemográficas por no ser objeto de estudio, tales como el estrato socioeconómico (ESE), el nivel educativo de los padres, etc., Bradley y Corwyn en 2002 hablan acerca de que el ESE incide en el bienestar del niño, pues determina diferencias en el acceso a los recursos materiales, sociales y las respuestas ante condiciones de estrés. El ESE también se relaciona con el funcionamiento y el ambiente familiar tal como lo mencionan Linver, Brools-Gun y Kohen en 2002, así como con diferencias en las características de la escuela o colegio al que asisten los niños. Se ha encontrado que la calidad de la educación recibida en las escuelas o colegios depende de variables tales como el gasto destinado a cada alumno, la calidad de los maestros, la proporción maestro-alumnos, la presencia de facilidades especiales (laboratorios de ciencia, equipos de cómputo, etc.), la cantidad de días asistidos a la escuela o colegio en el año y las características de los estudiantes (historia educacional, aspiraciones, etc.) Manly, Schupf, Tang, Weiss y Stern en 2007 encontraron que la calidad de la educación predice en gran medida el desempeño en diversas pruebas cognoscitivas. (82)

7. DISCUSION Y LIMITACIONES

Como es sabido, la atención y la memoria se benefician de la oxigenación cerebral y la angiogénesis, dicha oxigenación aumenta la actividad de neurotransmisores lo que facilita la realización de tareas específicas (16); Un programa de ejercicio físico de 6 semanas mostró en el grupo experimental una mejora en los niveles de atención en los niños(as) de 8 y 9 años de edad, mientras que no se evidencian resultados significativos en cuanto a la memoria principalmente en los niños de menor edad, lo cual puede estar relacionado con los procesos de desarrollo de esta función los cuales se optimizan en rangos de edad mayores. El desarrollo de la memoria en edades más cortas está limitado a la memoria sensitiva y conductual, faltando desarrollar la memoria de conocimiento en edades más avanzadas. Aunque el grupo control continuó realizando la actividad física enmarcada en el currículo de la institución, la actividad realizada mostró menor impacto en los niveles de atención y memoria comparados con el grupo experimental. Se sugiere la realización de más estudios en esta población que implementen programas de ejercicio con mayor duración para establecer en qué medida este aspecto afecta los resultados, así como también un mayor número de participantes por grupo de edad.

En cuanto a la prescripción de ejercicio en niños, a pesar de seguir las recomendaciones de organizaciones mundiales en este estudio, hace falta mayor información acerca de la progresión y la forma de aplicación de dichos programas, dado a que en la literatura se habla de las generalidades de la prescripción (81) pero no se encuentran estudios que nos muestren como se realiza día a día la intervención y como se manejan los principios de entrenamiento durante su aplicación, por lo cual se necesitan más estudios al respecto.

En la población de niños(as) de 7 años de edad, no se muestra un resultado positivo en ninguna de las 2 variables atención y memoria. Se necesita involucrar mayor número de población para poder evidenciar realmente las diferencias por edades, por ende, en este caso no se discrimina por edades, se maneja un rango de edad propio para los cambios y desarrollo de las funciones a estudio.

Específicamente la prueba McCarthy no nos muestra resultados diferenciados a nivel cualitativo por el manejo tan amplio entre sus categorías como la de mediano desempeño que es la más arrojada en este estudio, quizás se podría reevaluar el test de memoria con el fin de obtener resultados más precisos y que no generen controversia al momento de la interpretación.

En cuanto a variables que pueden influir sobre los resultados como lo son las variables sociodemográficas (estrato socioeconómico, nivel educativo de los padres, etc), es necesario incluirlas en próximas investigaciones, dado que se presenta una importante influencia de estas variables sobre funciones cognitivas, la realización de ejercicio físico y tiempo de ocio (82). Una vez obtenidos los resultados de este estudio, se encuentra como una limitante el no haber obtenido resultados asociativos sobre dichas variables.

8. ANEXOS

ANEXO 1. PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO

El programa de ejercicio físico que se aplicó en este proyecto consta de 18 sesiones con una duración de 1 hora cada una, en la cual se plantean 3 fases, la primera denominada la fase de adaptación, la segunda la fase de carga y la tercera la fase de recuperación. Cada fase contiene 3 partes, la primera es el calentamiento, la segunda es la fase central donde se trabajarán las cualidades físicas (capacidad aeróbica, fuerza, resistencia y flexibilidad) y la tercera es la vuelta a la calma.

En las primeras 5 sesiones se desarrolla el trabajo de adaptación en la cual se realizó el calentamiento, la fase central con fortalecimiento muscular aplicando 2 ejercicios para miembros superiores, 2 ejercicios para miembros inferiores y 1 para tronco, 3 series de 10 repeticiones cada uno con su propio peso corporal y a una velocidad moderada; para el entrenamiento aeróbico se desarrollaron ejercicios en circuito, a una intensidad moderada, densidad de 1-3 durante 20 minutos y para la vuelta a la calma se realizaron ejercicios de estiramiento estático y auto asistido, 3 repeticiones durante 20 segundos haciendo énfasis en cada grupo muscular trabajado.

En las siguientes 7 sesiones se plantea la carga, en la cual se aplicaron las mismas 3 fases, pero con la diferencia que, en el entrenamiento de fuerza, la velocidad de ejecución del movimiento pasa de moderada a moderada-vigorosa y en el entrenamiento aeróbico la intensidad pasa a ser vigorosa con una densidad de 1-2 durante los mismos 20 minutos. El entrenamiento de la flexibilidad mantuvo las mismas características de las primeras sesiones.

Para las últimas 6 sesiones se plantea la recuperación, la cual manejó una dinámica muy similar a las sesiones de adaptación, pero con la diferencia que en el entrenamiento de fuerza son 4 series de 7 repeticiones para cada ejercicio, mientras que el entrenamiento aeróbico y de flexibilidad se mantuvieron con respecto a las sesiones de adaptación.

La aplicación del programa de ejercicio físico se realizó únicamente para el grupo experimental, la cual fue apoyada por los 2 estudiantes de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física. Para esta intervención se necesitó del espacio que en este caso fue el patio del colegio, el cual era cubierto y facilitaba las actividades en caso que el clima lo dificultara, se hizo uso de implementos propios del colegio como colchonetas, aros, discos, conos, pelotas y túneles, adicional se utilizó papel de colores, se llevaba un control de asistencia diario antes y al finalizar la hora de intervención así como la toma de frecuencia cardíaca antes, durante y después de la intervención por medio de pulsoximetría.

La dinámica para realizar el programa de ejercicio físico partió del horario dispuesto para dicha actividad, dentro de lo acordado con los profesores solo se realizaría intervención en clases las cuales tuviesen como base la actividad física, de esta manera las clases en las cuales se realizó la intervención fueron: Educación física, artística, taller creativo y desarrollo motriz.

Cada curso aplicó el programa de ejercicio físico 3 veces por semana y se distribuyeron de la siguiente manera: el curso 301 tuvo intervención los días martes de 12:15 pm a 1:15 pm, los miércoles de 7:30 am a 8:30 am y los jueves de 12:15 pm a 1:15 pm. El curso 302 tuvo intervención los días lunes de 8:30 am a 9:30 am, los jueves de 1:15 pm a 2:15 pm y los viernes de 1:15 a 2:15 y el curso 303 tuvo intervención los días lunes de 7:30 am a 8:30

am, los martes de 1:15 pm a 2:15 pm y los miércoles de 12:15 pm a 1:15 pm. Dicho horario se programa así para que coincida con las clases anteriormente mencionadas.

Antes de iniciar la aplicación del programa se les pedía a los niños y niñas que se sentaran y se tomaba lista de asistencia, así como la frecuencia cardiaca inicial, posteriormente se procedía a iniciar con la intervención teniendo en cuenta que las primeras 3 sesiones fueron de adaptación y cada una con sus 3 fases, una de calentamiento, una central y una de vuelta a la calma.

En las 5 sesiones de adaptación, la fase calentamiento consistía en realizar movilidad articular céfalo caudal con movimientos circulares de cabeza, hombros, brazos, tronco, miembros inferiores, luego se realizaban estiramientos dinámicos 2 series de 10 repeticiones para aductores y abductores de cadera, cuádriceps e isquiotibiales, para tronco y miembros superiores.

La fase central para el trabajo cardiovascular consistía en realizar 2 actividades, la primera con una duración de 10 minutos donde debían correr frontalmente a intensidad moderada, 15 metros en zig-zag guiado por conos, al llegar a la línea de salida el niño(a) se regresa caminando lentamente golpeando una bomba, el ejercicio se repite hasta alcanzar los 10 minutos; la segunda actividad consistía en realizar un "tren" en el cual debían desplazarse corriendo en un rectángulo de 20 metros por 6 metros en donde se ubicaban conos en zig-zag y se pedía a los niños(as) manejar dos velocidades, la "rápida" y la "lenta" las cuales cambiaban cuando escuchaban un pitazo, los tiempos de cambio fueron de 1 minuto cada uno hasta completar 10 minutos.

La fase central para el entrenamiento de fuerza consistía en un circuito de 3 estaciones: una para fuerza de miembros superiores en la cual el niño(a) debía lanzar una pelota, con la mano derecha, luego con la mano izquierda y luego con las 2 manos a una distancia de 3 metros de largo por 2 metros de alto, en donde se ubicaron 3 aros marcados con puntajes diferentes, cada niño(a) debía realizar 8 lanzamientos con una mano y 8 con las 2 manos; luego pasaba a la estación de fuerza para miembros inferiores, en donde debía realizar 8 saltos a dos pies en un camino de 8 aros, luego sentarse y pararse 8 veces de una silla mientras toca en la pared 8 figuras diferentes y pasaba a la última estación en donde debía realizar arrastre por colchonetas reptando hasta completar 8 movimientos bilaterales, el niño(a) cruzaba el circuito 3 veces.

Para la fase de vuelta a la calma, se realizaban 3 estiramientos de cadena muscular de miembro superior, 3 de cadena muscular posterior de miembros inferiores, 3 de cuádriceps y 3 de tronco por 20 segundos cada uno.

En las 7 sesiones de carga, la fase de calentamiento consistía en realizar movilidad articular céfalo caudal realizando movimientos circulares de cabeza, hombros, brazos, tronco, miembros inferiores, luego se realizaban dos recorridos por todo el patio con marcha moderada luego continuaban con 2 recorridos más por el patio pero a la mayor velocidad que pudieran alcanzar sin llegar a correr, luego realizaban 2 recorridos más pero con trote suave, después continuaban con 3 recorridos con trote pero a mayor velocidad, para finalizar el calentamiento realizaban 2 recorridos más por el patio pero a una velocidad moderada y finalizaba con estiramientos activos, 2 series de 15 segundos para grupos musculares grandes haciendo énfasis en musculatura de miembros inferiores.

En la fase central los estudiantes se dividían en dos grupos, cada grupo debía pasar por un circuito con varias estaciones las cuales estaban divididas de la siguiente manera: Primera estación: el niño(a) se ubicaba en cubito supino en una colchoneta y debía flexionar el tronco llevando en las manos un balón, manteniendo las piernas flexionadas y los pies apoyados en el piso, al levantarse debía quedar sentado y desde esa posición llevar los brazos hacia atrás con leve flexión de codos, para luego lanzar hacia adelante y hacia arriba el balón el cual era recibido por su compañero, dicha actividad la debía realizar 6 veces; segunda estación: el estudiante se desplazaba en zig-zag trotando, tocando unos conos que demarcaban el recorrido (total de conos 6); tercera estación: contenía 8 aros para que los niños(as) los cruzaran saltando a dos pies; cuarta estación: los niños(as) debían recorrer 15 metros corriendo lo más rápido posible, al terminar dicho recorrido pasaban a la quinta estación en la cual los niños(as) debían ubicarse en decúbito prono en 4 apoyos, de manera que las manos y los pies estuvieran apoyados en el piso, luego de ubicarse en dicha posición, debían libertar una de las manos para desplazar unos platillos que estaban ubicados al lado contrario, cuando trasladaban los 6 platillos, debían cambiar de manos de apoyo y repetir el ejercicio con la mano que contraria; sexta estación: debían gatear sobre tres colchonetas colocadas de manera continua y a lo largo, finalizando el recorrido de gateo ingresaban a un túnel; séptima estación: al salir del túnel debían recorrer en zig-zag lo más rápido posible la estación demarcada con platillos. Esta parte se repetía 10 veces por cada niño(a).

En la fase de vuelta a la calma, se realizaban 3 estiramientos de cadena muscular de miembro superior, 3 de cadena muscular posterior de miembro inferior, 3 de cuádriceps y 3 de tronco por 20 segundos cada uno.

Para las últimas 6 sesiones de recuperación, en la fase de calentamiento se realizaba movilidad articular cefalo caudal con movimientos circulares de cabeza, hombros, brazos, tronco y miembros inferiores, luego se realizaban cuatro recorridos por todo el patio con marcha moderada, después se realizaban 4 recorridos más pero con trote suave, luego continuaban con 2 recorridos pero con trote a mayor velocidad, para finalizar el calentamiento los niños(as) realizaban 2 recorridos más por el patio pero a una velocidad moderada, también realizaban estiramientos dinámicos, 2 series de 10 repeticiones para grupos musculares grandes haciendo énfasis en musculatura de miembros inferiores.

En la fase central los niños(as) se organizaron en un solo grupo que debía pasar por un circuito que tenía 11 estaciones, las cuales están divididas de la siguiente manera: primera estación: la misma primera estación de las sesiones de carga pero se repite solo 3 veces; segunda estación: la misma quinta estación de las sesiones de carga pero con 4 platillos; tercera estación: en esta estación los niños(as) debían realizar un recorrido gateando sobre tres colchonetas colocadas de forma continua y a lo largo, luego debían cruzar un túnel que estaba ubicado en medio de las colchonetas; cuarta estación: en esta estación los niños(as) debían cruzar saltando a dos pies 4 aros que estaban ubicados en el piso; quinta estación: en esta estación los niños(as) debían realizar dos recorridos completos de 10 metros caminado y llevando de un lado a otro una pelota pequeña en cada recorrido; sexta estación: en esta estación los niños(as) debían realizar un recorrido de 5 metros en zig-zag caminando (el recorrido estaba demarcado por conos); séptima estación: es la misma segunda estación pero solo con 2 platillos; octava estación: se repite la tercera estación; decima estación: se repite cuarta estación; onceava estación: se repite sexta estación. El circuito total se repite 4 veces.

Para la fase de vuelta a la calma, se realizaban 3 estiramientos de cadena muscular de miembro superior, 3 de cadena muscular posterior de miembro inferior, 3 de cuádriceps y 3 de tronco por 20 segundos cada uno.

Para medir la intensidad del ejercicio se utilizó la escala EPInfant (Escala de Esfuerzo Percibido Infantil), la cual es un instrumento diseñado para cuantificar el nivel de esfuerzo percibido corporal global en niños y adolescentes (menores de 18 años) durante la realización de ejercicio físico. La escala debe ser enseñada antes del inicio del ejercicio físico y debe ser explicada en términos sencillos apropiados a la edad cognitiva del sujeto. Para una adecuada medición de la percepción de esfuerzo, el sujeto debe contestar la pregunta “¿Cuán cansado te encuentras durante el ejercicio?”. Esta debe ir dirigida a evaluar la percepción de esfuerzo corporal global, que incluye fatiga de piernas y disnea (71). Para efectos del presente estudio la escala se aplicó durante y después de la intervención basada en ejercicio y de esta manera se midió la intensidad del ejercicio. Su validez y confiabilidad es de 0.88 en niños y 0.94 en niñas (79).

ANEXO 2. PRUEBA DE ATENCION D2: *Rolf Brickenkamp.

Nombre y apellidos: _____ Edad: _____
 Sexo: V M Centro/Empresa: _____



d 2

Autor: Rolf Brickenkamp - Copyright © 1992 by Hogrefe & Huber Publishers
 Copyright de la edición española © 2002 by TEA Ediciones, S.A. Prohibida la reproducción total o parcial. Todos los derechos reservados. - Este ejemplar está impreso en DOS TIRADAS. Si se presentan uno en negro, se trata de una reproducción ilegal. En servicio de la profesión y en el mejor provecho, NO LA UTILICE - Printed in Spain, impreso en España.

Esta prueba trata de conocer su capacidad de concentración en una tarea determinada. En esta página se le presenta un ejemplo y una línea de entrenamiento para que usted se familiarice con la tarea.

Ejemplo

" d d d "

Observe las tres letras minúsculas del ejemplo. Se trata de la letra **d** acompañada de dos rayitas. La primera **d** tiene las dos rayitas encima, la segunda las tiene debajo y la tercera **d** tiene una rayita encima y otra debajo. Observe que en estos casos la letra **d** va acompañada de dos rayitas.

Su tarea consistirá en buscar las letras **d** iguales a esas tres (con dos rayitas) y marcarlas con una línea (/). Fíjense bien, porque hay letras **d** con más de dos o menos de dos rayitas y letras **p**, que NO deberá marcar en ningún caso, independientemente del número de rayitas que tengan. Si se equivoca y quiere cambiar una respuesta, debe tachar la línea con otra, formando un aspa (X), de forma que se advierta que desea corregir el error.

Vd. sólo deberá marcar las letras **d** con dos rayitas. Practique en la línea de entrenamiento que aparece al final de esta página.

Observe que cada letra lleva encima un número. Luego, compruebe que ha marcado las letras números **1, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 17, 19 y 22**

A la vuelta de la hoja (ESPERE, NO LA VUELVA TODAVÍA) encontrará 14 líneas similares a la línea de práctica que acaba de realizar. De nuevo, su tarea consistirá en marcar las letras **d** con dos rayitas. Comenzará en la línea nº 1 y cuando el examinador le diga ¡CAMBIO!, pasará a trabajar a la línea nº 2 y cuando el examinador diga ¡CAMBIO! comenzará la siguiente línea de la prueba y así sucesivamente. Compruebe que no se salta ninguna línea.

Trabaje tan rápidamente como pueda sin cometer errores. Permanezca trabajando hasta que el examinador diga ¡BASTA!; en ese momento deberá pararse inmediatamente y dar la vuelta a esta hoja.

ESPERE. NO VUELVA LA HOJA HASTA QUE SE LO INDIQUE EL EXAMINADOR.

Línea de entrenamiento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
"	"	d	p	d	d	d	d	p	d	d	p	d	d	d	p	p	d	d	d	d	p	d	d
"	"			/					"	"	"	/		"	"	"	"	"	"	"	"	/	

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14

**MUY
 IMPORTANTE**
**POR FAVOR,
 NO ESCRIBA
 NADA EN ESTA
 FRANJA AZUL
 O PUEDE
 INVALIDAR
 SU EJERCICIO**

Protocolo: Una vez ubicados los estudiantes cada uno en su puesto, se les pedía a cada uno marcar la hoja de la prueba con el nombre, el curso y marcar el género con una “X” en “V” si era varón ó “M” si era mujer, luego se procedía a explicar la prueba que se iba a realizar y dar los ejemplos en el tablero de cómo deberían marcar las letras correctas, en este caso, en la hoja de marcación aparecían letras “d” y “p”, de las cuales solo debían marcar las letras “d” con 2 rayitas que podían estar arriba, abajo ó una arriba y la otra abajo de la letra.

Cuando comenzaban la prueba, tenían 20 segundos para marcar cada línea, era importante también explicarles que no era necesario llegar hasta el final de la línea sino marcar todas las “d” con 2 rayitas posibles sin saltarse ninguna. Al cumplirse los 20 segundos se decía “cambio” y los estudiantes pasaban inmediatamente a la siguiente fila, sin embargo, había que estar pendiente de algunos niños(as), que no seguían la instrucción correctamente y querían seguir marcando la línea hasta terminarla, con estos casos especiales se tuvo que estar cerca del niño para indicarle que pasara a la siguiente línea.

La aplicación de esta prueba tardaba alrededor de 10 minutos, una vez finalizada la prueba, se les pedía a los estudiantes dejar los lápices sobre la mesa y se pasaba revisando uno por uno que la prueba estuviera marcada adecuadamente.

A.1. Baremos en varones y mujeres de 8 a 10 años (N=217)

Pc	TR	TA	O	C	Puntuaciones directas					S
					TOT	CON	TR+	TR-	VAR	
99	334-658	138-299			326-658	135-299	38-47	19-47	32-47	97
98	332-333	136-137			322-325	131-134	35-37	-	31	91
97	331	135			317-321	130	-	17-18	30	87
96	325-330	130-134			313-316	128-129	34	-	29	85
95	309-324	124-129	0		292-312	123-127	33	16	26-28	83
90	290-308	120-123	-		280-291	117-122	30-32	15	23-25	76
85	278-289	114-119	-	0	269-279	113-116	29	-	21-22	71
80	273-277	112-113	1	-	264-268	110-112	28	14	19-20	67
75	266-272	109-111	-	-	259-263	107-109	-	-	18	63
70	260-265	107-108	2	-	251-258	105-106	27	13	17	60
65	254-259	104-106	3	-	243-250	101-104	26	12	16	58
60	248-253	101-103	-	1	237-242	99-100	25	10-11	15	55
55	245-247	99-100	-	-	233-236	95-98	-	9	14	52
50	237-244	96-98	4	-	228-232	92-94	24	-	-	50
45	227-236	92-95	-	2	217-227	87-91	-	8	13	48
40	220-226	88-91	5	-	211-216	83-86	23	-	12	45
35	208-219	83-87	6	3	196-210	77-82	22	7	11	42
30	201-207	77-82	-	4	184-195	70-76	21	6	-	40
25	188-200	74-76	7-8	5	175-183	65-69	20	5	10	37
20	181-187	66-73	9-10	6-7	161-174	61-64	19	4	-	33
15	162-180	58-65	11-12	8-9	139-160	54-60	18	3	9	29
10	145-161	51-57	13-17	10-20	122-138	46-53	16-17	1-2	8	24
5	135-144	48-50	18-24	21-27	116-121	28-45	15	-	7	17
4	133-134	47	25-28	28-31	115	27	14	-	6	15
3	129-132	35-46	29-30	32-34	100-114	20-26	-	0	-	12
2	122-128	32-34	31-33	35-38	95-99	7-19	-	-	5	9
1	0-121	0-31	>33	>38	0-94	0-6	0-13	-	0-4	3
Media	231,37	92,30	6,43	5,01	219,92	87,29	24,06	9,00	15,05	Media
Dt	53,21	25,20	7,86	9,14	57,10	28,94	5,75	5,00	6,63	Dt

ANEXO 3. PRUEBA DE MEMORIA McCARTHY: *Dorothea McCarthy

Apellidos y nombre					
Lugar de nacimiento		Fecha de examen	AÑO	MES	DÍA
Residencia habitual		Fecha de nacimiento			
Centro	Curso	Edad cronológica			
Otras datos					

OBSERVACIONES CONDUCTUALES

- MOTIVO DE LA CONSULTA
- LENGUA MATERNA DEL EXAMINADO Y, EN SU CASO, NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL ESPAÑOL
- ACTUACIÓN HACIA EL TEST (ENTUSIASMO, INTERÉS, CLIMA EN LA RELACIÓN Y REACCIÓN ANTE LOS ACERTOS Y FRACASOS)
- ASPECTO FÍSICO (ESTRUCURA, APARENCIA, PESO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS)
- ATENCIÓN Y CONCENTRACIÓN
- DEFICIENCIAS VISUALES, AGERTIVAS O MOTORAS
- COMPORTAMIENTOS ATÍPICOS O INUSUALES / REPRODUCCIONES (PERSEVERACIONES, MOVIMIENTOS ESTEREOTÍPICOS, VERBALEACIONES ATÍPICAS, ...)
- ESTADO ANÍMICO / INADORMIDA
- OTRAS OBSERVACIONES

3 Memoria pictórica

Tiempo de exposición 10"		Punt.		Punt.	PUNTUACIÓN TOTAL (máx. 6)
	1 Botón	0 1	4 Caballo	0 1	
Tiempo de respuesta 90"	2 Tenedor	0 1	5 Candado	0 1	
	3 Tijeras	0 1	6 Lapicero	0 1	

7 Memoria verbal



TERMINACIÓN
3 fracasos
consecutivos.

PARTE I. Palabras y Frases

	Puntuación
1 Juguete - silla - luz	0 1 2 3
2 Muñeca - oscuro - vestido	0 1 2 3
3 Después - color - gracioso - hoy	0 1 2 3 4
4 Cerca - porque - bajo - nunca	0 1 2 3 4

TOTAL
PARTE I
(máx. 30)

Redondear
por exceso

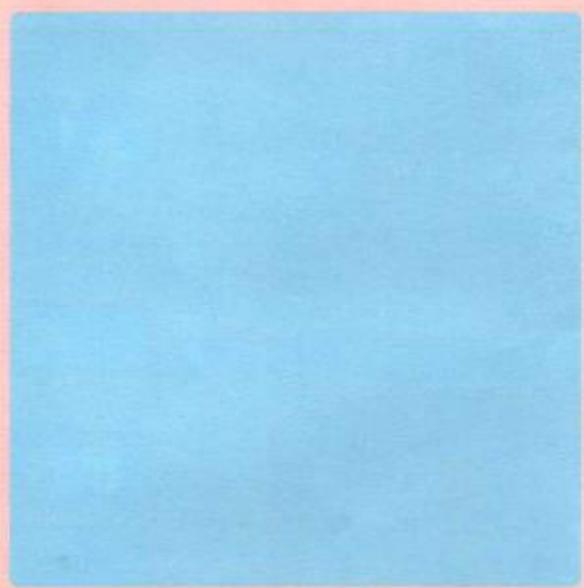
No poner énfasis en las palabras subrayadas de los elementos 5 y 6.

5 El <u>niño</u> dice <u>adiós</u> a su <u>perro</u> cada <u>mañana</u> antes de <u>marchar</u> al <u>colegio</u>	0 1 2 3 4 5 6 7
6 La <u>niña</u> <u>guardó</u> en el <u>cajón</u> sus <u>nuevos</u> <u>lápices</u> de <u>colores</u> antes de <u>salir</u> de <u>casa</u>	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

x 1/2 =

Sólo si es ≥ 8
se aplica la
parte II,
Cuento.

PARTE II. Cuento



	Punt.
1 Denominación de Javi	0 1
2 Andando a una tienda	0 1
3 Por el camino se encontró con una señora	0 1
4 Término usado para señora	0 1
5 Término usado para cartas	0 1
6 El viento se llevó las cartas	0 1
7 Gritó: "No se preocupe señora, yo voy a por ellas"	0 1
8 Tuvo cuidado	0 1
9 Recogió las cartas	0 1
10 La señora se puso muy contenta	0 1
11 La señora le dio las gracias	0 1

TOTAL PARTE II
(máx. 11)

14

Memoria numérica



TERMINACIÓN

Tanto en la parte I como en la parte II se finalizará cuando fracase en ambos intentos de un elemento.

PARTE I. Orden directo

	Intento 1°	Intento 2°	Puntuación		
1	5 - 8	4 - 9	0	1	2
2	6 - 9 - 2	5 - 8 - 3	0	1	2
3	3 - 8 - 1 - 4	6 - 1 - 8 - 5	0	1	2
4	4 - 1 - 6 - 9 - 2	9 - 4 - 1 - 8 - 3	0	1	2
5	5 - 2 - 9 - 6 - 1 - 4	8 - 5 - 2 - 9 - 4 - 6	0	1	2
6	8 - 6 - 3 - 5 - 2 - 9 - 1	5 - 3 - 8 - 2 - 1 - 9 - 6	0	1	2

TOTAL PARTE I (máx. 12)

Sólo si es ≥3 se aplica la parte II.

PARTE II. Orden inverso

	Intento 1°	Intento 2°	Puntuación		
1	9 - 6	4 - 1	0	1	2
2	1 - 8 - 3	2 - 5 - 8	0	1	2
3	5 - 2 - 4 - 9	6 - 1 - 8 - 3	0	1	2
4	1 - 6 - 3 - 8 - 5	6 - 9 - 5 - 2 - 8	0	1	2
5	4 - 9 - 6 - 2 - 1 - 5	3 - 8 - 1 - 6 - 2 - 9	0	1	2

TOTAL PARTE II (máx. 10)

x2



Observaciones

Protocolo: Al igual que la prueba de atención, cada uno debía marcar la prueba con el nombre, el curso, fecha de nacimiento y de esta forma se les calculaba la edad cronológica que es necesaria para el momento de las puntuaciones con base en los baremos de la prueba. Iniciaba la prueba con algunas preguntas en las cuales se les decía una serie de objetos, y ellos debían repetir el mayor número de objetos que recordaran. Luego se les decían 2 frases de las cuales los estudiantes debían repetir el mayor número de palabras.

Otra parte era narrarles un cuento y que ellos recordaran el mayor número de ideas posible y por ultimo les daba una serie de números los cuales debían recordar en su orden y en orden inverso. Al final se realizaba la puntuación correspondiente y el estudiante salía del salón para darle paso al siguiente.

ANEXO 4. FITNESSGRAM

Dentro de la capacidad aeróbica la prueba que se utilizó fue PACER (Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run), que traducido al español quiere decir “carrera de resistencia aeróbica cardiovascular progresiva” y es un recorrido de múltiples etapas creado por Leger y Lambert en 1982, tiene como objetivo correr el mayor tiempo posible manteniendo un ritmo específico (70).

Los estudiantes corren de un lado a otro a través de un espacio de 20 metros a un ritmo que se hace más rápido cada minuto por medio de un bip que los guía durante la prueba, se califica un punto por cada 20 metros de distancia recorrida, la prueba es más fácil al principio, pero progresivamente se vuelve más difícil. En comparación con la carrera de distancia, el PACER es más efectivo, divertido y se convierte en una manera fácil de medir la capacidad aeróbica al tiempo que fomenta la participación y es relativamente fácil de calificar y administrar (70).

Para la composición corporal se utilizó la toma de pliegues cutáneos, en el Fitnessgram se tienen en cuenta el pliegue tricipital: situado en el punto medio acromio-radial, en la parte posterior del brazo, el pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo. Se toma también el pliegue abdominal: situado lateralmente a 3cm junto a la cicatriz umbilical en su punto medio y 1cm por debajo, el pliegue es horizontal y debe ser medido en el lado

derecho del cuerpo mientras el sujeto relaja la pared abdominal tanto como le sea posible. El otro pliegue es el pliegue medial de la pierna: localizado a nivel de la máxima circunferencia de la pierna, en su cara medial, es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna. La zona saludable en la tabla de referencia está estimada a partir del sumatorio del pliegue tricipital y medial de la pierna (69).

Para la evaluación de la fuerza muscular se realizan 3 pruebas, una es la prueba de push-up conocida también como “planchas” ó “fondos de brazos”, este ejercicio comienza con el sujeto en una posición de tendido prono, con las manos a la altura de los hombros y en la proyección de los codos en el suelo, las puntas de los pies están en contacto con el suelo. Desde esta posición el sujeto empuja contra el suelo de tal manera que su cuerpo se eleve hasta extender completamente los codos con una cadencia previamente establecida, el tronco debe permanecer completamente extendido durante todo el ejercicio. Desde la posición elevada, se realiza un descenso lento y controlado hasta que los brazos estén paralelos al suelo (codos 90°); entonces se vuelve a subir hasta la extensión completa de los codos. Se trata de hacer el mayor número posible a un ritmo de 20 repeticiones por minuto (1 repetición cada 3 segundos) (69).

La otra prueba para la evaluación de la fuerza muscular es la de curl-up, en la cual el ejecutante parte de la posición de decúbito supino, con las rodillas flexionadas aproximadamente 140°, la cabeza y los pies apoyados en la colchoneta y los miembros superiores extendidos a lo largo del cuerpo con las palmas hacia el suelo. El ejecutante comienza a realizar la abdominal flexionando el tronco con la elevación de la cabeza y los hombros, el movimiento será lento y graduado, a la vez que desliza las yemas de los dedos sobre una cinta de 11,43cm situada sobre la colchoneta, que debe recorrer hasta el otro extremo con los dedos. Al llegar al final de la cinta, retorna a la posición inicial, todo ello a

un ritmo predeterminado de 20 repeticiones por minuto (1 repetición cada 3 segundos). Generalmente se detiene la prueba una vez que se alcanzan las 75 repeticiones (69).

La última prueba para evaluar la fuerza muscular es la de trunk lift, en este ejercicio el ejecutante parte desde una posición de decúbito prono, situando las manos debajo de los muslos; eleva la parte superior del cuerpo de manera lenta y controlada hasta un máximo de 30,46cm. El ejecutante debe mantener la posición el tiempo suficiente para medir la altura de su barbilla sobre el suelo. La medición se realizará con una regla de 50cm de longitud y graduación de 1cm (69).

Para evaluar la flexibilidad se realizan 2 test, uno es “alcanzar manos por detrás”, se ejecuta primero con una mano arriba y luego con la otra (mano superior con palma en contacto con la espalda, mano inferior con dorso en contacto con la espalda): se anota sí si alcanza o no.

La otra prueba es “Back saver sit and reach”, en la cual el sujeto descalzo se sienta frente al cajón de 60 cm de largo, 27 cm de ancho y 30,5 cm de alto, con una regla en la parte superior haciendo coincidir el centímetro 23 con el apoyo de la planta del pie). Un miembro inferior debe estar completamente extendido con el pie plano contra una cara del cajón, la otra rodilla está flexionada con la planta del pie plana sobre el suelo y a 5-7,5 centímetros de la rodilla extendida, los miembros superiores extendidos hacia adelante sobre la escala de medir con las manos colocadas una sobre la otra, con las palmas hacia abajo; el sujeto se flexiona directamente hacia delante con ambas manos a lo largo de la escala cuatro veces y mantiene la posición del cuarto intento al menos 1 segundo. Después de medir un lado el sujeto cambia la posición de los miembros inferiores y repite otra vez. El sujeto puede apartar la rodilla flexionada si fuera necesario mientras el cuerpo se mueve (69).

ANEXO 5. PROTOCOLO PARA LA MEDICION DE ACELEROMETRIA

CARGA DEL EQUIPO:

Para la semana en la que se iba a comenzar la medición, lo primero fué verificar la batería de los acelerómetros. La batería de Polímero de Litio recargable del GT3X+ es capaz de proveer energía por cerca de 10 días sin ser recargada, la recarga se realiza mediante la conexión del GT3X+ al cable suministrado y a cualquier puerto USB estándar en un computador. Recargar una batería completamente descargada toma cerca de 3 a 4 horas, por tanto, la recarga de los acelerómetros para este estudio se realizó el día previo a la medición. Varios acelerómetros pueden ser recargados simultáneamente usando cualquier puerto USB disponible y el cable del fabricante. Una luz parpadeante se encenderá mientras este cargando el acelerómetro y permanecerá encendida cuando este cargado completamente.

INICIALIZACION DEL EQUIPO:

Una vez conectados los acelerómetros al computador, se abre el software ActiLife6 y se realiza el proceso de inicialización de los equipos, esto quiere decir que a cada acelerómetro se le introduce la información de identificación del mismo y del escolar: serial del equipo, fecha de nacimiento, género, peso y talla del escolar. En esta inicialización se debe registrar la fecha y hora en la que el acelerómetro va a comenzar la medición, para efectos de este estudio se seleccionó la fecha siguiente a la recarga de la batería y que comenzara a medir a partir de las 7am, hora en la cual ya estaban colocados los acelerómetros.

Para registrar el acelerómetro se introdujo los 2 últimos números del curso, seguido del nombre y apellido y finalizaba con los últimos 4 números del serial del acelerómetro el cual se encuentra en la parte posterior del mismo. Ej: 01PEDROPEREZ0824. Esta misma marcación se colocó en cada uno de los acelerómetros con cinta adhesiva en la parte posterior de los equipos, de esta manera el acelerómetro se entregaba a cada estudiante completamente personalizado, con sus propios datos de nombre, fecha de nacimiento, género, curso, peso y talla.

En el computador, cuando ya se han introducido los datos, se verifica que efectivamente concuerden los datos con los de cada estudiante, la fecha y hora de inicio de la medición y si todo es correcto se oprime inicializar en la ventana principal del software; a partir de ese momento ya quedan los acelerómetros listos para la medición y se pueden desconectar del computador. Para proteger el acelerómetro de posibles golpes o rayones, cada uno se forró con vinipel y de esta manera los acelerómetros no sufrieron ningún daño.

COLOCACION DEL ACELEROMETRO:

El número total de acelerómetros con los que se realizó el estudio fue de 10 acelerómetros, por lo tanto se organizó la lista de estudiantes por curso y se comenzó a medir desde el curso 301, seguido por el 302 y luego el 303, de a 10 niños durante los 5 días de la semana (lunes a viernes), una semana cada uno. Se obtuvo por parte de los profesores el horario de clases de los 3 cursos y el salón en el cual tomaban dichas clases, de tal forma que el día que se llegara a colocar los acelerómetros, ya se sabía en qué salón estaban y con qué clase comenzaban el día, esto para efectos de evitar pérdida de tiempo y de interrumpir el inicio de clase.

La dinámica consistió en lo siguiente: Se llegaba a la institución educativa a las 6:30 am hora en la cual los estudiantes llegaban al colegio, se procedía a llegar al salón de los 10 estudiantes que por lista serían medidos en esa semana, a medida que iban llegando se les colocaba el acelerómetro ajustado en la cintura, cuidando que el monitor quedara del lado derecho de la cadera y con el disco de apertura en la parte superior, se realizaba lo mismo hasta colocar los 10 acelerómetros, en el caso que uno de los estudiantes no asistiera al colegio ese día, se iniciaba la medición al día siguiente cuidando que mínimo lo llevara puesto 3 días de la semana.

Una vez colocados los acelerómetros, se les recordaba a los estudiantes tener en cuenta las recomendaciones dadas en el taller que se les dio antes de iniciar las mediciones, así como también se les solicitaba dejar el equipo con el profesor de la clase del momento en caso de ausentarse de la institución educativa antes de la hora prevista para el retiro oficial de los equipos al final de la jornada.

Se estableció que por día tuvieran mínimo 5 horas de medición, por lo cual a las 12 pm se realizaba el retiro de los 10 acelerómetros. Durante toda la medición se llevó un registro controlado de la distribución de los acelerómetros y la asistencia de cada uno de los estudiantes al colegio.

DESCARGA DE LOS DATOS:

La medición por cada niño duraba una semana, por lo cual al final de la semana se conectaban nuevamente los acelerómetros al computador y por medio del software ActiLife6 se realizaba la descarga de los datos. Una vez conectado el acelerómetro al computador, en el software aparece identificado el acelerómetro con la marcación que se

hizo en la inicialización, se comienza seleccionando uno por uno los acelerómetros y se oprime descargar, en ese momento el software pide crear una carpeta para la descarga de los datos, esto solo sucederá la primera vez que se haga la descarga, para las siguientes se selecciona guardar automáticamente en la misma carpeta.

Una vez completada la descarga era necesario revisar los datos recolectados para determinar si se alcanzaron los mínimos requerimientos, a este proceso se le llama verificación de los datos. Se debe buscar la carpeta de descargas de los datos, identificar y seleccionar el archivo que se descargó y oprimir abrir. Inmediatamente se abre una ventana donde pide especificar los días mínimos de uso y si es entre semana o fines de semana, en el caso de este estudio se dispuso que el número mínimo de días de uso del acelerómetro serían 3, que el mínimo número de días de uso entre semana serían 3 y de fines de semana sería 0. Al mismo tiempo pide especificar el tiempo mínimo de uso en horas y cuantos minutos consecutivos en ceros se considerarían inválidos, en el caso de este estudio se estableció que el tiempo mínimo de uso por día debía ser de 5 horas y que 30 minutos consecutivos en ceros serían considerados como tiempo invalido. Luego de introducir las condiciones de validación de los datos se oprime guardar y guardará estas selecciones específicas para procesos de verificación de datos futuros.

Si algunos de los datos no son válidos, se procederá a hacer la medición nuevamente, sin embargo, en el presente estudio no fue el caso. Este proceso se repitió cada semana con 10 estudiantes cada una hasta completar la muestra de 52 escolares.

9. BIBLIOGRAFIA

1. La actividad física mejora el aprendizaje y el rendimiento escolar. Los beneficios del ejercicio en la salud integral del niño a nivel físico, mental y en la generación de valores. Esplugues de Llobregat (Barcelona): Hospital Sant Joan de Déu.
2. Amaro, Félix. (2009). Características del desarrollo en la edad escolar.
3. Strong.W.B., Malina, R. M., Blimkie, C.J., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B., ...& Trudeau,.F (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. The Journal of Pediatrics, 146(6), 732-737.
4. Vasco, C. E., & Carlos, E. (2006). Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019.
5. Organización Panamericana de la Salud (OPS). La inactividad física: Un factor principal de riesgo para la salud en las Américas. Programa de Alimentación y Nutrición / División de Promoción y Protección de la Salud. 2002.
6. Sonstroem, R. (1984). Exercise and self-esteem exercise. Sport Science Review, 12, 123-155.
7. Maxwell, K. y Tucker, L. (1992). Effects of weight training on the emotional well being and body image of females: predictors of greatest benefit. American Journal of Health Promotion, 6, 5, 338-344.
8. Laforge, R.; Rossi, J.; Prochaska, J.; Velicer, W.; Levesque, D. y McHorney, C. (1999). Stage of regular exercise and healthrelated quality of life. Preventive Medicine, 28, 349-360.
9. American College of Sports Medicine. Position stand. physical activity, physical fitness, and hypertension. Medicine and Science in Sports and Exercise 1993; 25(10): 1089-1194.

10. Ramírez, W., Vinaccia, S., & Suarez, G. (2004). El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de estudios Sociales*, 18, 67-75.
11. Bailey, R. (2005). Evaluating the relationship between physical education, sport and social inclusion. *Educational review*, 57(1), 71-90.
12. Piñeros, M., & Pardo, C. (2010). Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Rev. salud pública*, 12(6), 903-914.
13. Edel Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*.
14. Jiménez, M. (2000). Competencia social: intervención preventiva en la escuela. *Infancia y Sociedad*. 24, pp. 21-48.
15. Kirkendall, D. R. (1986). Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. In M. Lee, H. M. Eckert, & G. A. Stull (Eds.) *Effects of physical activity on children: A special tribute to Mabel Lee* (pp. 49–63). Champaign, IL: Human Kinetics.
16. Kleim JA, Cooper NR, Vanden Berg PM: Exercise induces angiogenesis but does not alter movement representations within rat motor cortex. *Brain Res* 2002, 934:1–6.
17. Kubesch S, Bretschneider V, Freudenman R, Weidenhammer N, Lehmann M, Spitzer M, Gron G: Aerobic endurance exercise improves executive functions in depressed patients. *J Clin Psychiatry* 2003, 64:1005–1012.
18. Flores, A. B. (2000). *Habilidades motrices* (Vol. 557). Inde.
19. Guerra, A. El proceso de socialización en el desarrollo de la personalidad. 2007.
20. Stone, G. (1965). The play of little children. *Quest*, 8, 23-31.

21. Dwyer, T.; Coonan, W.; Leitch, D.; Hetzel, B. y Baghurst, R. (1983). An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *International Journal of Epidemiologists*, 12, 308-313.
22. Shephard, R.; Volle, M.; Lavallee, H.; La Barre, R.; Jequier, J. y Rajie, M. (1984). Required physical activity and academic grades: A controlled study. In J. Hmarinen y 1. Valimaki (Eds.), *Children and Sport*. Berlin: Springer.
23. Hanneford, C. (1995). *Smart Moves: Why Learning is Not All in Your Head*. Great Oceans Publishing.
24. Shephard, R. (1997). Relation of Academic Performance to Physical Activity and Fitness in Children. *Pediatric Exercise Science*, 13, 225-238.
25. Linder, K. (1999). Sport Participation and Perceived Academic Performance of School Children and Youth. *Pediatric Exercise Science*, 11, 129-144.
26. Thayer, R.; Newman, R. y McClain, T. (2004). Self-regulation of mood: strategies for changing a bad mood, raising energy, and reducing tension. *Journal of Personality and Social Behavior*, 67, 910-925.
27. Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain research*, 1358, 172-183.
28. Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B & Kramer, A. F. (2010). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental neuroscience*, 32(3), 249.
29. Sibley, B, y Etnier, J. (2002). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*.

30. Gómez-Pérez, E., Ostrosky-Solís, F., & Próspero-García, O. (2003). Desarrollo de la atención, la memoria y los procesos inhibitorios: relación temporal con la maduración de la estructura y función cerebral. *Revista de neurología*, 37(6), 561-567.
31. Gottfredson, L. S., & Deary, I. J. (2004). Intelligence predicts health and longevity, but why?. *Current Directions in Psychological Science*, 13(1), 1-4.
32. Romeo, R. D., & McEWEN, B. S. (2006). Stress and the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1094(1), 202-214.
33. Gale, C. R., Cooper, R., Craig, L., Elliott, J., Kuh, D., Richards, M., & Deary, I. J. (2012). Cognitive function in childhood and lifetime cognitive change in relation to mental wellbeing in four cohorts of older people.
34. Martin, L. T., Kubzansky, L. D., LeWinn, K. Z., Lipsitt, L. P., Satz, P., & Buka, S. L. (2007). Childhood cognitive performance and risk of generalized anxiety disorder. *International Journal of Epidemiology*, 36(4), 769-775.
35. Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C. M., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2014). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
36. Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Rev Neurol*, 40(Supl 1), S79-S83.
37. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. Learning and memory, In: *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. 3rd ed. New York, NY, W.W. Norton & Company, 2009. Chapter 8.
38. Nee DE, Jonides J. Trisecting representational states in STM. *Front Hum Neurosci* 2013; 26(7):796.
39. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135.

40. Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic bulletin & review*, 20(1), 73-86.
41. Van der Fels, I. M., te Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2014). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
42. Hertzberg, O. E. (1929). The relationship of motor ability to the intelligence of kindergarten children. *Journal of Educational Psychology*, 20(7), 507.
43. Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, 71(1), 44-56.
44. Davis, E. E., Pitchford, N. J., & Limback, E. (2011). The interrelation between cognitive and motor development in typically developing children aged 4–11 years is underpinned by visual processing and fine manual control. *British Journal of Psychology*, 102(3), 569-584.
45. Planinsec, J., & Pisot, R. (2006). Motor coordination and intelligence level in adolescents. *ADOLESCENCE-SAN DIEGO-*, 41(164), 667.
46. De Lleras, C. D. L. F. ENCUESTA NACIONAL DE LA SITUACIÓN NUTRICIONAL EN COLOMBIA 2010.
47. Biddle, S. J., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *British journal of sports medicine*, bjsports90185.
48. Burkhalter, T. M., & Hillman, C. H. (2011). A narrative review of physical activity, nutrition, and obesity to cognition and scholastic performance across the human lifespan. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 2(2), 201S-206S.
49. Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101.

50. Rosselli-Cock, M., Matute-Villaseñor, E., Ardila-Ardila, A., Botero-Gómez, V. E., Tangarife-Salazar, G. A., Echeverría-Pulido, S. E., ... & Ocampo-Agudelo, P. (2004). Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI): una batería para la evaluación de niños entre 5 y 16 años de edad. Estudio normativo colombiano. *Revista de Neurología*, 38(8), 720-731.
51. Pulsford, R. M., Cortina-Borja, M., Rich, C., Kinnafick, F. E., Dezateux, C., & Griffiths, L. J. (2011). Actigraph accelerometer-defined boundaries for sedentary behaviour and physical activity intensities in 7 year old children. *PLoS One*, 6(8), e21822.
52. Martínez, J. M., Jordán, O. R. C., Navarro, Á. L., & Laín, S. A. (2012). Niveles de actividad física medido con acelerómetro en alumnos de 3º ciclo de educación primaria: actividad física diaria y sesiones de educación física. *Revista de psicología del deporte*, 21(1), 117-123.
53. Santos-Lozano, A., & Garatachea, N. (2012). Tendencias actuales de la acelerometría para la cuantificación de la actividad física.
54. de Vries, S. I., Bakker, I., Hopman-Rock, M., Hirasing, R. A., & van Mechelen, W. (2006). Clinimetric review of motion sensors in children and adolescents. *Journal of clinical epidemiology*, 59(7), 670-680.
55. Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of sports sciences*, 26(14), 1557-1565.
56. Ballester Asensio, E. (2015). Medición objetiva y percepción subjetiva de los niveles de actividad física en una muestra de niños escolares.
57. Ministerio de Educación Nacional Republica de Colombia; educación preescolar, básica y media. Sistema de educación básica y media, sistema educativo colombiano, 5 febrero 2016.

58. Ocampo ML, Sánchez MR, Ramos DM, Bonilla JF, Maldonado MA, Escalante JV. Reflexiones del desempeño profesional del fisioterapeuta en el campo de la actividad física. *Rev. Cienc. Salud* 2012; 10 (2): 243-252.
59. Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. Documento marco. Lineamientos de Salud Pública. Bogotá: SDS; 2006.
60. Secretaria de Cultura, Recreación y Deporte, Alcaldía Mayor de Bogotá, programas, proyecto jornada 40x40 para la excelencia académica y la formación integral. 2016.
61. IDR (Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte), proyecto jornada escolar 40 horas semanales.
62. Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(06), 975-985.
63. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2005. Bogotá D.C.: ICBF, 2006.
64. McGill HC, Jr., McMahan CA, Zieske AW, Tracy RE, Malcom GT, Herderick EE, and Strong JP. Association of Coronary Heart Disease Risk Factors with microscopic qualities of coronary atherosclerosis in youth. *Circulation*. 2000;102: 374–379.
65. Telford, D. (2014). The physical education deprivation syndrome. *Sport Health*, 32(2), 29.
66. Bates, M. E., & Lemay, E. P. (2004). The d2 test of attention: construct validity and extensions in scoring techniques. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(3), 392-400.
67. Jiménez, J. E., Hernández, S., García, E., Díaz, A., Rodríguez, C., & Martín, R. (2012). Test de atención D2: Datos normativos y desarrollo evolutivo de la atención en educación primaria. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1).
68. McCarthy, D. (2006). MSCA. Tea.

69. Lamela, M. (2009). Valoración de la Condición Física relacionada con la salud en el ámbito educativo.
70. Champaign, IL: Human Kinetics. (2005) Test Administration Manual, Fourth Edition by the Cooper Institute.
71. Rodríguez, I., Zenteno, D., Cisternas, L., Rodríguez, P., Reyes, G., & Troncoso, K. (2015). Construcción y evaluación de Epinfant: una escala para la medición del esfuerzo percibido en la población pediátrica. *Archivos argentinos de pediatría*, 113(6), 550-557.
72. Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., ... & Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of learning and memory*, 87(4), 597-609.
73. Valencia, R. R., & Rankin, R. J. (1985). Evidence of content bias on the McCarthy Scales with Mexican American children: Implications for test translation and nonbiased assessment. *Journal of Educational Psychology*, 77(2), 197.
74. Devís, J. D., & Valert, C. P. (1992). El ejercicio físico y la promoción de la salud en la infancia y la juventud. *Gaceta sanitaria*, 6(33), 263-268.
75. Morrow Jr, J. R., Martin, S. B., & Jackson, A. W. (2010). Reliability and validity of the FITNESSGRAM®: Quality of teacher-collected health-related fitness surveillance data. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(sup3), S24-S30.
76. Martínez-Gómez, D., Martínez-De-Haro, V., Del-Campo, J., Zapatera, B., Welk, G. J., Villagra, A., ... & Veiga, Ó. L. (2009). Validez de cuatro cuestionarios para valorar la actividad física en adolescentes españoles. *Gaceta Sanitaria*, 23(6), 512-517.
77. Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of sports sciences*, 26(14), 1557-1565.

78. Secchi, J. D., García, G. C., & Arcuri, C. R. (2016). ¿ Evaluar la condición física en la escuela?: Conceptos y discusiones planteadas en el ámbito de la educación física y la ciencia. *Enfoques*, 28(1), 67-92.
79. Rodríguez-Núñez, I., & Manterola, C. (2016). Validación inicial de la escala de medición de esfuerzo percibido infantil (EPInfant) en niños chilenos. *Biomédica*, 36(1).
80. Daniels, J., & Oldridge, N. (1971). Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Medicine and Science in Sports*, 3(4), 161-165.
81. Correa Bautista, J. E. (1794). Orientaciones generales para la prescripción de ejercicio físico en niños y adolescentes. *Borradores de Investigación: Serie documentos Rehabilitación y Desarrollo Humano*, ISSN 1794-1318, No. 22 (Septiembre de 2007).
82. Villaseñor, E. M., Martín, A. S., Díaz, E. G., Rosselli, M., & Ardila, A. (2010). Influencia del nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Artículos en PDF disponibles desde 2007 hasta 2013. A partir de 2014 visítenos en www.elsevier.es/rlp*, 41(2), 257-276.
83. Lezak, M. D., Howieson, D.B., Loring D.W. (2004). *Neuropsychological assessment*. Nueva York: Oxford University Press.
84. Lázaro, J. C. F., & Solís, F. O. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
85. Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.
86. <https://www.oecd.org/centrodemexico/publicaciones/>
87. Rodríguez, F. A. (2001). Ensayos clínicos en ejercicio físico y deporte. *Ensayos clínicos en intervenciones no farmacológicas*, 23-35.

88. <https://www.datos.gov.co/Educaci-n/Resultados-Saber-3-5-9-/5yms-j6hc>

89. Escalante, Y. (2011). Actividad física, ejercicio físico y condición física en el ámbito de la salud pública.