

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY



Licenciatura en Educación Física
Orientación en Ciencias del Ejercicio

TESINA

Capacidad aeróbica y rendimiento escolar.

Autor: Garcia, Juan Manuel

2016

ÍNDICE

TEMA	1
INTRODUCCIÓN	3
PLANTEO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
MARCO TEÓRICO	8
Capítulo 1: SUJETO DE ESTUDIO	9
1.1. Fisiología del crecimiento, desarrollo y maduración	10
1.2. Leyes que rigen los procesos de maduración y desarrollo	11
1.3. Edad biológica y Edad cronológica	12
Capítulo 2: CAPACIDADES CONDICIONALES EN NIÑOS	13
2.1. Resistencia aeróbica en niños	14
2.2. Velocidad en niños	15
2.3. Entrenamiento de la fuerza en niños	15-16
Capítulo 3: CAPACIDAD AERÓBICA Y CEREBRO	17
3.1. Condición física y capacidad aeróbica	18
3.2. Capacidad aeróbica y procesos cognitivos	20
3.3. Desempeño escolar y capacidad aeróbica	12-24
Capítulo 4: DESEMPEÑO ESCOLAR	25
4.1. Desempeño escolar	26
4.2. Factores que influyen en el desempeño escolar	27
Capítulo 5: DISEÑO METODOLÓGICO	28
5.1. Enfoque teórico adoptado	29
5.2. Definición operacional de variables	30
5.3. Plan de trabajo empírico	33
5.3.1. Población	35
5.3.2. Muestra	40
5.3.3. Instrumento de recolección de datos	41
RESULTADOS	42
DISCUSIONES	43
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	55

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación fue describir y analizar la relación entre el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máximo) y el desempeño escolar. Se llevó a cabo con una muestra de 185 alumnos de edades comprendidas entre los 9 y 12 años, los mismos concurrían al segundo ciclo de una escuela primaria de la ciudad de Alta Gracia. La recolección de datos se realizó de la siguiente manera, búsqueda de las notas de los alumnos y su posterior análisis. Luego se estimó el consumo máximo de oxígeno de los alumnos mediante la aplicación del Test de Course Navette de Luc Léger obteniéndose $44,10 \pm 3,84 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. En consecuencia, se aplicó el coeficiente de Correlación de Spearman y se obtuvo un $r^2=0.61$ ($p<0.0001$), lo que indica una relación positiva entre ambas variables. El coeficiente de determinación nos muestra un $r^2=0.81$ ($p<0.0001$) para mujeres. Y para varones un $r^2=0.90$ ($p<0.0001$) queriendo decir esto que el rendimiento académico para los varones es explicado en un 90% por la capacidad aeróbica y en un 81% en mujeres, respectivamente. Por lo tanto, queda validada la hipótesis: “el consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) influye de manera positiva en el desempeño escolar de los alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria”.

En lo concerniente al rendimiento escolar, el 80% de los alumnos presenta un rendimiento escolar medio-alto expresado en suma de calificaciones. En lo que atañe a los factores de riesgo para la salud, un 19% de los niños está en presencia de baja capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro.

TEMA

Capacidad aeróbica y rendimiento escolar áulico en alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria.

INTRODUCCIÓN

Existe suficiente evidencia actualizada que nos indica que la práctica regular de actividad física genera importantes cambios fisiológicos y psicológicos que repercuten de manera favorable en la salud de los jóvenes y niños. Los beneficios para la salud de la práctica física están ampliamente documentados. Sin embargo, no se tiene tan en claro la vinculación de la actividad física con ventajas de tipo neurofisiológicas y cognitivas.

Las nuevas investigaciones y avances en Neurociencias están informando que el ejercicio físico es beneficios para el cerebro. En efecto, diversos estudios científicos indican la existencia de una relación directa entre la actividad física y la mejora en el desarrollo cognitivo en niños y adolescentes, observando que la actividad física regular en los niños contribuiría a un mejor rendimiento escolar.

Pero, son prematuras las investigaciones que aporten datos e información medida objetivamente que refieran a los beneficios que tiene la capacidad aeróbica en los procesos cognitivos de los niños relacionado con el rendimiento y éxitos escolar.

Un estudio longitudinal (Carlson et al., 2008) de 1998 a 1999, examinó la asociación entre el tiempo empleado en la Educación Física y el rendimiento académico de los alumnos de quinto grado (n: 5316), postuló que los niñas con mayor exposición a la Educación Física mostraron ventajas en áreas de matemáticas y lectura.

En lo relativo a poblaciones de adultos mayores, por ejemplo, un estudio realizado por un equipo de investigadores de la Universidad de Illinois (2011) en Urbana - Champaign, EE.UU; comprobaron que bajo una mayor actividad aeróbica, existe menor degeneración neuronal.

En particular, un estudio relevante por el tamaño de la muestra (n: 800.000 niños) y los instrumentos implementados, es el de Grissom (2005) del Departamento de

Educación de California, publicado en el Journal of The American Society of Exercise Physiologists (ASEP), en el cual el propósito fue evaluar la relación entre la aptitud física y el rendimiento académico en escolares, e indicaron una relación positiva consistente entre ambas variables: si los puntajes de aptitud general mejoraban, los puntajes de rendimiento escolar también lo hacía.

Incluso, una investigación en nuestro país que adhiere a los beneficios de la actividad física en el desarrollo cognoscitivo de los alumnos, es la del docente Danizio, Diego Agustín (2014) de la Facultad Educación de Universidad Católica de Córdoba, quien determinó que la actividad física influye de manera positiva en el rendimiento académico de los alumnos de Ingeniería Electrónica y Telecomunicación de la Universidad Tecnológica Nacional.

De la misma manera, un meta-análisis (Rasberry et al., 2011) observó que el 50,5% de las asociaciones, entre actividad física en las escuelas y el rendimiento académico, fueron significantes, un 48% fueron positivas pero no significantes y 15% fueron negativas. Los resultados obtenidos son similares a lo anteriormente examinado por Sibley y Etnier (2003) concluyendo que existe una relación positiva significativa entre la actividad física y el funcionamiento cognitivo en niños.

Además, una reciente revisión bibliográfica (Cornejo et al., 2015) publicada en Journal of Science and Medicine in Sport, sobre la actividad física y la cognición en adolescentes; examinó 20 artículos científicos y concluyó que el rendimiento cognitivo está asociado positivamente con la actividad física vigorosa. También indican que algunos factores psicológicos (autoestima, depresión) podrían mediar entre la actividad física y el rendimiento académico.

A su vez, un relevante estudio llevado a cabo por Laura Chaddock-Heyman et al. (2015) de la University of Illinois at Urbana-Champaign de los EE.UU, aporta datos importantes: las diferencias individuales en la capacidad aeróbica juegan un importante papel en la estructura de materia gris cortical en el cerebro durante la infancia importante para el éxito escolar, sobre todo en matemáticas. El gran valor que tiene este estudio es que logra proporcionar evidencia sólida y confiable de que el aumento de los niveles de aptitud aeróbica puede mejorar la plasticidad cognitiva y cerebral, con potencialmente importantes resultados relacionados con el rendimiento escolar.

Desde mi perspectiva y partiendo de lecturas concurrentes, los escolares de nivel primario de la Provincia de Córdoba reciben insuficientes estímulos semanales de Educación Física; muy por debajo de lo recomendada por la Organización Mundial de la

Salud (2010) que sugiere en los niños de 5 a 17 años acumular un mínimo de 60' diarios de actividad física moderada o vigorosa.

A la luz de lo mencionado anteriormente, surge la necesidad propia de desarrollar un Proyecto de Investigación que refiera objetivamente acerca del estado actual en la condición física relacionada a salud cardiorrespiratoria de los alumnos de segundo ciclo de la escuela primaria de la provincia de Córdoba y su relación con el desempeño escolar áulico expresado en calificaciones.

En este contexto consideramos que es necesario dar a conocer la influencia que tiene la actividad física, específicamente la capacidad aeróbica, en rendimiento académico de los escolares. Esta investigación se plantea la hipótesis que **“el consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) influye de manera positiva en el desempeño escolar de los alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria”**.

Por lo cual el propósito de este estudio es describir y analizar la relación entre el nivel de capacidad aeróbica y el desempeño escolar áulico.

Desde el punto de vista metodológico es un estudio de tipo exploratorio que comienza con una descripción bibliográfica necesaria para construir las bases teóricas del trabajo, luego descriptivo para obtener un mayor conocimiento del fenómeno en cuestión describiendo sus características más importantes, y finalmente correlaciona experimental: se diseñará un estudio de correlación simple. El propósito es medir el grado de relación entre dos o más variables.

En cuanto al trabajo de campo se evaluó el componente cardiorrespiratorio mediante el test de Course-Navette (CN-20 M) cuya validez, confiabilidad y relación con la salud ha sido ampliamente demostrado en población pediátrica. Y para definir el perfil académico de los alumnos se promediaron las notas obtenidas en la libreta de calificaciones en las áreas principales de estudio: Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Matemática y Lengua. Ambos procedimientos se efectuaron en el último trimestre (noviembre y diciembre) del año 2015.

Los sujetos son todos los niños matriculados escolarizados del segundo ciclo de la escuela primaria Santiago de la Liniers, Alta Gracia, Provincia de Córdoba, Argentina. El tamaño de la muestra es de 185 alumnos, grupo mixto.

El trabajo se organizó en un primer y segundo capítulo referido al sujeto de la escuela primaria, sus características fisiológicas, madurativas y de habilidades y capacidades físicas. Un tercer capítulo, una aproximación teórica entre el desempeño escolar y la actividad física aeróbica. Cuarto capítulo referido a la conceptualización del

rendimiento escolar y los factores que intervienen en este fenómeno. Y un quinto capítulo en el que se detallan cuestiones metodológicas y del trabajo de campo.

Lo significativo del trabajo es que a lo largo del mismo se indagó acerca de los factores que influyen en el rendimiento escolar, especialmente la actividad física; pero ésta última determinada objetivamente a través de pruebas físicas. Los resultados de la investigación nos permitirán un replanteo de las clases de Educación Física, de encontrar o no una relación directa entre estos dos factores. Una relación probada podría ser usada como argumento de apoyo.

PLANTEO DEL PROBLEMA

¿Cómo influye el máximo consumo de oxígeno (ml.kg.min) en el rendimiento escolar áulico en los alumnos de 2do ciclo de la escuela primaria Santiago de Liniers, ciudad de Alta Gracia, provincia de Córdoba?

OBJETIVO GENERAL

Describir y analizar la relación entre la capacidad aeróbica y el desempeño escolar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar y analizar la capacidad aeróbica de los alumnos.
- Determinar el desempeño escolar áulico del alumnado.
- Identificar factor de riesgo cardiovascular futuro.
- Concientizar a las instituciones educativas y población en general sobre la importancia de evaluar la condición cardiorrespiratorio de los alumnos en las primeras

etapas del sistema educativo.

- Informar acerca de la influencia que tiene la capacidad aeróbica en rendimiento académico de los escolares.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1

SUJETO DE ESTUDIO.

1.1. CRECIMIENTO DESARROLLO Y MADURACIÓN.

En primera instancia el crecimiento, maduración y desarrollo son conceptos empleados que pueden emplearse para describir cambios en el cuerpo que se inician en el momento de la concepción y que prosiguen durante la vida adulta. Estos conceptos en el ámbito de la Educación Física son utilizados frecuentemente para describir estadios relacionados con la evolución humana.

No obstante, cada uno de estos términos hace referencia a patrones evolutivos diferentes que deben ser aclarados y contextualizados para su correcta utilización en los procesos de evaluación escolar. Por esta razón es necesario definir cada uno de estos términos.

El crecimiento es un proceso complejo y sostenido a través del desarrollo intrauterino, la infancia, la niñez, la pubertad y la adultez temprana. El control dinámico del crecimiento está caracterizado por interacciones dependientes de la edad y el sexo entre factores genéticos, ambientales, dietarios, entre otros (Veldhuis et al., 2005). Por esta razón se deben desarrollar datos normativos a partir de poblaciones saludables, específicas de una edad, del mismo sexo y genéticamente comparables.

Por ello, los niños deben ser evaluados físicamente con precisión para identificar individuos dentro de una comunidad que requieran cuidados especiales y para identificar enfermedades que influyan en el crecimiento.

El crecimiento es un incremento en el tamaño del cuerpo como un todo o del tamaño alcanzado por partes específicas del cuerpo. Los cambios en el tamaño del cuerpo son producto de tres componentes celulares subyacentes: (Malina and Bouchard, 1991): el incremento número de células, el incremento tamaño de la célula y el crecimiento de sustancias intracelulares.

El desarrollo hace referencia a la diferenciación a los largo de líneas especializadas de función, y por lo tanto, refleja cambios funcionales que tiene lugar con el desarrollo (Wilmore and Costill, 1999).

La maduración puede entenderse como un proceso de adopción de la forma adulta (Wilmore and Costill, 1999). También, se puede definir la maduración como el proceso a progresar hacia el estado maduro, es decir, hace referencia al ritmo temporal de progreso hacia el estado maduro en términos biológicos.

Por lo tanto, a partir de las definiciones previamente establecidas podemos concebir que los tres procesos estar relacionados, por ende no se puede pensar en crecimiento sin pensar en desarrollo y maduración.

1.2. LEYES QUE RIGEN PROCESOS DE MADURACIÓN Y DESARROLLO.

Primeramente, hay una serie de leyes generales inherentes a estos fenómenos elementales (maduración y desarrollo) que deberían conocer aquellos que están involucrados en las etapas formativas escolares. Primero la *ley de disociación*: todas la las partes del cuerpo no aumentan en conjunto ni en las mismas proporciones. Segundo, la *ley de secuencializacion* que dentro de esta encontramos leyes que tiene que ver con el orden que sigue el gradiente de mielinización y maduración corporal: Ley céfalo caudal: la maduración inicia por la cabeza y sigue descendiendo hasta los pies; y la ley próximo distal: la maduración se ordena desde el centro del cuerpo hacia las extremidades corporales

De hecho, si relacionamos el patrón natural de crecimiento con el patrón de maduración se llega a la conclusión de que ambos procesos corren cruzados.

En último término, estos procesos son de gran importancia y de utilidad al momento de elaborar programas de actividad física en ámbitos escolares, como así también dirigir procesos evaluativos de manera eficaz y eficiente.

1.3. EDAD CRONOLÓGICA Y EDAD BIOLÓGICA.

En primer término es importante definir estos conceptos. La edad biológica comprende el estado funcional de nuestros órganos comparado con patrones establecidos para una determinada edad, datos normativos. La edad cronológica es el periodo de tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el presente del sujeto.

No obstante, la edad cronológica no sería un buen parámetro para estimar el estatus de maduración de un alumno, ya que generalmente se suele dividir a los niños en grupos de edades para una clase sin tener en cuenta la maduración biológica.

En pocas palabras, es importante comprender la diferencia entre edad biológica y cronológica para adecuar las prescripciones de ejercicio físico en las clases de Educación Física en la etapa primaria.

CAPITULO 2

CAPACIDADES FÍSICAS CONDICIONALES EN NIÑOS.

2.1. RESISTENCIA AERÓBICA EN NIÑOS.

En principio puede definirse la aptitud o capacidad de resistencia como la capacidad para transportar oxígeno hacia los músculos activos y utilizarlo para generar energía durante el ejercicio.

Aunque existen diversas definiciones, en general todas coinciden en lo mencionado anteriormente.

La resistencia cardiorrespiratoria es la capacidad del cuerpo para sostener ejercicios prolongados (Wilmore and Costill, 2004)

Por ejemplo, Armstrong (2008) la define como “la capacidad de persistir eficientemente en esfuerzos de baja intensidad y prolongados en el tiempo”.

Es importante indicar, de manera general, la relación entre el VO_2 máximo y la capacidad aeróbica en niños y adultos. El consumo máximo de oxígeno (VO_2 máximo) es el principal indicador de la aptitud aeróbica en adultos (ACSM, 1995). El VO_2 máximo es la medida más documentada de la capacidad aeróbica en niños.

Nos obstante, la mayor parte de la actividad diarias de los niños es sub máxima y de corta duración. Inclusive, la frecuencia cardíaca a un determinado nivel sub máximo de ejercicio es menor en niños entrenados aeróbicamente en comparación a niños desentrenados aeróbicamente (Mayers and Gutin, 1979).

En los niños entrenados hay una mayor economía de carrera comparado con niños desentrenados (Van Huss et al., 1998). Además, la frecuencia cardiaca a un nivel de ejercicio sub máximo se ve reducida con el entrenamiento aeróbico (Gatch and Byrd, 1979).

Por consiguiente, el nivel de actividad física influenciaría en el grado de adaptaciones al entrenamiento aeróbico en niños (Pate and Ward, 1990).

Resumiendo, el entrenamiento aeróbico supervisado adecuadamente con estímulos suficientes en cuanto a intensidad, frecuencia y duración, provoca incrementos en el VO_2 máximo.

Recapitulando, en la literatura científica no está claro si existe una fase sensible (óptima) para maximizar estas adaptaciones cardiovasculares, aunque no se puede negar los beneficios que acarrea entrenar la resistencia desde edades tempranas precoces.

2.2. VELOCIDAD EN NIÑOS.

Para comenzar, podríamos definir a prior que la velocidad es la capacidad neuromuscular que posee un individuo para realizar acciones motoras determinadas en el menor tiempo posible.

Asimismo, el niño esta principalmente involucrado en ejercicios de alta intensidad y de corta duración.

Por ende, Es importante tener en cuenta que la duración promedio de las actividades de la vida diaria de los niños de 6 a 10 años oscila entre los 6'' segundos para actividades de media-baja intensidad y de 3'' segundos para actividades de alta intensidad (Welk, 2000).

El entrenamiento del sistema anaerobio o de velocidad en niños recibió menos atención en comparación con el entrenamiento aeróbico y de fuerza (matos and Winsley, 2007). Esto se debe a la ausencia de equipamiento adecuado y la complejidad de los protocolos para su medición.

Además, los niños se recuperan más rápidamente que los adultos luego de carrera de alta intensidad. Uno de los factores explicativos de este hecho son una mayor re síntesis de PCr y una mayor capacidad oxidativa, entre otros (Ratel, 2006).

Dicho esto, cabe destacar que la masa muscular se incrementa con la edad, principalmente con el rápido crecimiento adolescente.

Es relevante lo expresado por Garcia Manso (1996): la enorme plasticidad del sistema nervioso central en la edad de 8 a 10 años, hacen que esta etapa sea especialmente interesante para el entrenamiento de la velocidad.

Para terminar, un dato importante lo indicado por este autor, ya que el grupo etario al que se refiere coincide con la etapa primaria, y el consecuentemente el valor que se le otorga al entrenamiento físico.

2.3. ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN NIÑOS.

En primera instancia, no hay evidencia científica que sugiera que el entrenamiento de la fuerza pueda impactar de forma negativa en el crecimiento y maduración durante la niñez (Flak and Eliankim, 2000). El entrenamiento de la fuerza puede ser una actividad segura para los niños en edad escolar.

La actual posición de la National Streght and Conditioning Association (2008) postula que un programa de entrenamiento de la fuerza diseñando y supervisado adecuadamente es seguro en niños, que puede mejorar la fuerza, puede reducir los riesgos de enfermedades cardiovasculares, mejorar el rendimiento motor y deportivo, reducir riesgos de lesiones, mejorar el bienestar psicosocial y promover hábitos saludables de vida.

De modo que la principal causa de lesiones es la ausencia de personal cualificado prescribiendo la utilización de cargas.

Por lo demostrado, es incorrecto concluir que se produzcan lesiones por las actividades propias del programa de sobrecarga.

Por ejemplo, Navarro (1997) informa que el máximo incremento de la fuerza parece establecerse entre los 13 a 15 años, bajo la influencia de las hormonas masculinas respecto a los niños. Pero los valores medios de las mujeres no aumentan después de la pubertad.

Razón por la cual, los niños pueden incrementar su fuerza muscular por encima del crecimiento y la maduración siempre que el programa de fuerza sea suficiente intenso y durable en el tiempo (Faigenbaum, 1996). Asimismo, los aumentos en la fuerza en etapas prepuberales se deben a las adaptaciones neurales y neuromotoras, que desempeñan roles significativos.

Autores como Hind and Burrows (2007) coinciden en que la niñez puede ser un momento oportuno para que los procesos de modelación y remodelación ósea respondan a las fuerzas de tensión y compresión asociadas a actividades que se deben soportar peso.

La participación regular en programas de actividad física que incluyan entrenamiento de la fuerza es un potente estímulo ontogénico en los niños.

Por último, un importante meta-análisis de Falk y Tenenbaum (1996) coinciden en que el entrenamiento de la fuerza prepuberal es efectivo, sin que existan riesgos de lesión cuando se emplea una correcta prescripción y seguimiento de la tarea a realizar.

CAPÍTULO 3

CONDICIÓN FÍSICA Y CEREBRO.

3.1. CAPACIDAD AERÓBICA Y CONDICIÓN FÍSICA.

Para empezar, el ejercicio físico practicado de manera habitual y apropiada es la mejor estrategia disponible para favorecer un óptimo desarrollo de la condición física. Concretamente, el perfil de capacidad aeróbica constituye una medida objetiva del nivel de práctica física realizado por un sujeto (Ruiz, et al. 2009).

El concepto de condición física (CF) relacionado con la salud evolucionó significativamente conforme el transcurso del tiempo, transformándose según criterios, planteamientos, vivencias, épocas y objetivos de cada época.

La concepción original de la evaluación de la CF en la escuela se ha modificado radicalmente en los últimos 20 años. De la CF centrada en el rendimiento, se pasó a la CF relacionada con la salud (Secchi et al., 2014)

En síntesis, la condición física es la capacidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor; se refiere a aquellos componentes de la condición física que tienen relación con la salud (Ruiz JR et al., 2011), y constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividad física o ejercicio. En resumen, estas funciones son la cardiorrespiratoria, músculo-esquelética, hemato-circulatoria, endócrino-metabólica (Ruiz JR et al., 2006).

Sin embargo, la capacidad aeróbica es una de las cualidades de la condición física que se relacionan de forma directa con la salud, y su valoración constituye una medida integrada de los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico (Jimenez, et al. 2013).

Asimismo, se ha descrito la relevancia de la capacidad aeróbica como indicador de riesgo cardiovascular por encima de otros factores ya demostrados, como la dislipidemia, la hipertensión o la obesidad (Ortega, et al. 2013; Kodama, et al. 20004)

En pocas palabras, la capacidad aeróbica tiene una incidencia mayor que el resto de los componentes de la condición física quedando ésta última supeditada al nivel de capacidad aeróbica del sujeto.

Existen numerosos test para evaluar cada una de los componentes de la condición física (Castro-Pinero et al., 2010).

Sucintamente, el requisito fundamental es que los test de campo deben estar relacionados y contextualizados con la salud presente y futura del niño o adolescente, y además deben ser válidos, fiables, seguros y accesibles de realizar en contexto escolar así como en estudios epidemiológicos.

3.2. CAPACIDAD AERÓBICA Y PROCESOS COGNITIVOS.

En primera instancia, se presume que la actividad física podría tener relación con una mejoría de los procesos cognitivos que tienen su origen en el cerebro.

En lo referente a poblaciones de adultos mayores, un estudio desarrollado por la Universidad de Illions (2014) en los EE.UU se comprobó que a mayor actividad aeróbica, menor degeneración neuronal, y que las habilidades cognitivas en personas mayores eran

mejores en aquellas que realizaban actividad física en comparación con aquellos adultos sedentarios.

De igual modo, un estudio anterior realizado con animales demostró que el ejercicio aeróbico podría estimular algunos componentes celulares y moleculares del cerebro en ratas (Neeper, Pinilla, Choi y Cotman, 1996). El estudio explicaba que aquellas ratas con vida activa, mostraban una síntesis de factores neurotróficos que no se podían encontrar en otras ratas con una vida sedentaria. .

De la misma manera, Guarín (1996) en su estudio sobre el impacto de la actividad física y el deporte sobre el rendimiento académico, presenta una revisión teórica que hace evidente los beneficios del deporte y la actividad física en cuanto a procesos de socialización y de rendimiento escolar. Bajo la misma línea, diversos autores (Ramírez, Vinaccia, Suarez, 2004) informan de investigaciones que evidencian los beneficios de la actividad física en cuanto a los procesos mentales, calidad de vida, rendimiento escolar, entre otros.

No obstante, Lindner (2002) examinó la relación entre el rendimiento académico y la participación en actividades físicas entre niños de 13-años en una muestra de 1447 alumnos. Se constató que los rendimientos académicos tendieron a ser mayores para los alumnos con mayores participaciones en actividades físicas. Incluso una investigación publicada por el Journal of Sport and Exercise Psychology por Castelli, Hillman, Buck and Erwin (2007) argumentaron que la capacidad aeróbica se asoció positivamente con el rendimiento escolar.

A su vez, Temblay, Innman y Willms (2000) examinaron la relación entre la actividad física, el autoestima y el rendimiento académico en niños de 12 años; y concluyeron que la actividad física tenía una relación positiva con el autoestima, un factor importante para alcanzar el éxito escolar.

Un estudio en Pakistán (Mohammad et al., 2012) sobre la relación entre la participación en deportes y el rendimiento en educación, determinaron que las actividades deportivas influyen positivamente en la educación de la juventud. Dichas actividades tendrían mejores sobre la memoria, la concentración y el desarrollo de la mente.

Por ejemplo, una investigación publicada por Thayer et al. (1994) describe como el ejercicio físico consigue provocar que el músculo segregue una sustancia trófica llamada IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina) que entra en el corriente sanguínea, llega al cerebro y estimula la producción del factor neurotrófico cerebral (BDNF). El BDNF segregado, como consecuencia del ejercicio físico, es importante

porque fortalece conexiones neuronales que facilitan el aprender y la memoria (Vayman, Ying, Pinilla, 2004) y para la plasticidad sináptica. Acerca de esto, un estudio en New York (Pereyra et al., 2007) sostiene que el ejercicio físico aumenta el volumen sanguíneo cerebral en los humanos y se correlaciona con la neurogénesis.

A la luz de los estudios mencionados anteriormente, podemos citar un relevante trabajo de investigación enfocado en niños, realizado por Dr. Kubota (2002), presentada en el congreso anual de la Sociedad Americana de Neurociencias, que evaluó cognitivamente a siete jóvenes sanos antes y después de un programa de entrenamiento aeróbico 30 minutos tres veces por semana. Los resultados de las pruebas de inteligencia mostraron una clara mejoría en la función del lóbulo frontal del cerebro. En dicho estudio observaron que las puntuaciones bajaban si los participantes abandonaban el entrenamiento, lo que indica que realmente para el desarrollo intelectual se requiere una continuidad en el ejercicio físico. Descubrieron que el consumo de oxígeno aumentaba paralelamente a las puntuaciones de los test.

Como Van Praag (2009) sostiene “la sinergia potencial entre la dieta y el ejercicio podrían implicar vías celulares comunes importantes para la neurogenesis, la supervivencia celular y plasticidad sináptica”.

Asimismo un estudio realizado por un grupo de investigadores (Scudder et al., 2014) sugieren que una mayor aptitud aeróbica puede estar relacionada con una red rica en palabras y en significados. Una mayor capacidad aeróbica puede tener implicaciones para el aprender.

Un dato a destacar:

“La capacidad aeróbica se asocia con un a mayor integridad de materia blanca en los niños” (Chaddock et al., 2014)

Para terminar, podríamos afirmar que las estimulaciones de las sustancias tróficas, el aumento de la capilarización y el flujo sanguíneo a nivel cerebral, son algunos de los principales factores cerebrales que se mejoran a través de la actividad física, principalmente entrenamiento aeróbico.

3.3. CAPACIDAD AERÓBICA Y RENDIMIENTO ESCOLAR.

En primer término, se ha encontrado una relación positiva entre la práctica regular de actividad física y el rendimiento académico en varios estudios de investigación.

Por ejemplo, Una de las investigaciones más interesantes es la realizada por Pivarnik et al. (2002) con jóvenes alumnos de educación secundaria, que consistió en el seguimiento de 22 alumnos, de los cuales 100 fueron sometidos a ejercicio físico y los 100 restantes realizaron actividades sedentarias. Tras seis meses intercambiaron los roles durante otro semestre. Y al finalizar el curso se observó una diferencia significativa en cuanto al rendimiento académico especialmente en las áreas de matemática, ciencias, inglés y sociales.

Incluso, diversos estudios (Dwyer et al, 2001; Linder, 1999; Shepard, 1997) nos hablan sobre la práctica física deportiva extraescolar de los alumnos, y apoyan la idea de que el dedicar un tiempo sustancial a actividades físicas en las escuelas, puede traer beneficios en el rendimiento académico en los niños, comparados con los niños que realizan bajos niveles de actividad física.

En lo que se refiere a estudios longitudinales (Carlson et al., 2008) se examinó la relación entre el tiempo empleado en la Educación Física y el rendimiento académico de los niños de quinto grado (n: 5316). Se observó que las niñas con mayor exposición a la educación física (70-300 minutos por semana) mostraban mejores rendimientos académicos en matemáticas y lectura frente a las niñas con menor exposición (0-35 minutos por semana)

Además, otro estudio longitudinal (Erickson et al., 2010) informa acerca de que la práctica de ejercicio físico aumentaba el tamaño del hipocampo y mejora en la memoria. En su estudio con 120 adultos mayores muestra que un programa de entrenamiento aeróbico de intensidad moderada (3 veces por semana durante un año) aumentó el tamaño del hipocampo anterior dando lugar a mejores espaciales. Este aumento se relacionó con mayores niveles séricos de BDNF.

Por añadidura, los jóvenes que practican actividad adicional a la contemplada en los programas de formación en las escuelas tienden a mostrar mejores cualidades como mejor funcionamiento del cerebro; en términos cognitivos, niveles de concentración más altos de energía, cambios en el cuerpo que mejoran el autoestima y un mejor comportamiento que incide sobre los procesos de aprendizaje (Cocke, 2002; Dwyer et. Al, 1983; Shepard, 1997).

En suma, las cualidades positivas del cerebro que se mejoraron se asociaron a la actividad física regular consisten en el alto flujo de sangre que recibe el órgano y los cambios en los niveles hormonales (Shepard, 1997).

Un particular un estudio (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, Castelli, 2009) investigó acerca de la relación entre la capacidad aeróbica evaluada por test de campo y su relación con el desarrollo cognitivo en 38 niños con una edad media de 9 años, demostró que la capacidad aeróbica puede dar forma a los procesos cognitivos y a bases neuronales. En otras palabras, sugieren que la actividad física puede beneficiar la cognición en niños pre-adolescentes.

Una investigación científica en niños escolares de 5^{to}, 7^{mo} y 9^{no} grado de las escuelas de California, publicado por el Journal de Pediatría en el año 2010, por Roberts, Freed y McCarthy, determinaron que una baja en la capacidad cardiorrespiratoria se asociaba con un menor puntaje de exámenes estandarizados en niños.

Al mismo tiempo, Kamijo et al., (2011) realizaron una investigación sobre los efectos de un programa de actividad física extra escolar en niños pre-adolescentes. El programa estaba destinado a mejorar la salud cardiorrespiratoria (9 meses de duración). Los análisis revelaron que la intervención de la actividad física logro aumentos en la capacidad cardiorrespiratoria y mejora en la prueba de rendimiento académico específicamente en la memoria.

En simultáneo una investigación (Pontifex et al., 2011) de la Universidad de Illinois, EEUU; sugieren que los niños con mayores capacidades aeróbicas presentan mejor modulación de los procesos de control cognitivo para satisfacer las demandas propias de las actividades educativas.

Mientras tanto, Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer (2011), realizaron una revisión bibliográfica de la relación entre el acondicionamiento físico aeróbico y la estructura y función de cerebro en los niños. Y agregan:

“La literatura existente indica que la capacidad aeróbica en la niñez se asocia con niveles más altos en la cognición y en la estructura y función del cerebro”

En el mismo sentido, otro estudio (Rasberry et al., 2011) buscó sintetizar en la literatura científica la relación entre la actividad física y el rendimiento académico. El resultado arroja un 50% de asociaciones significantes positivas, un 48% de asociaciones positivas no significantes y un 1,5% fueron negativas. Mientras que Sibley y Etnier (2003) años anteriores, examinaron 44 estudios y llegaron a la conclusión de que existe una

relación positiva significativa entre la actividad física y el funcionamiento cognitivo en niños.

En cuanto a investigaciones realizadas en nuestro país, más precisamente en la ciudad de Córdoba, podemos encontrar un estudio de Bevacqua (2011) que indica cómo influye significativamente la iniciación deportiva en el desempeño escolar (tanto en aspectos académicos, como de las relaciones interpersonales) durante la niñez. De igual modo, otro estudio desarrollado por Danizio (2014) confirmó su hipótesis de que la actividad física influye positivamente en el rendimiento académico de los alumnos de ingeniería electrónica y Telecomunicaciones de la ciudad de Córdoba, encontrando una relación positiva entre ambas variables.

Contrariamente, Selis (2014) en su estudio con escolares argentinos de edad entre 13-17 años, afirma que aquellos alumnos con un alto VO₂ máximo no necesariamente obtendrán mayores calificaciones, validando su hipótesis nula “a mayor consumo, diferentes rendimientos escolares.

A su vez, otro estudio en diez escuelas de Canadá (Ahamade et al., 2007) concluye que la actividad física no compromete el rendimiento académico de los niños.

En síntesis, podemos enfatizar que la capacidad aeróbica tiene potenciales beneficios directos en la salud mental y en los procesos cognitivos de los niños, que permiten mejores desempeños escolares.

CAPÍTULO 4

DESEMPEÑO ESCOLAR Y FACTORES ASOCIADOS.

4.1. RENDIMIENTO ESCOLAR.

En principio, la complejidad del rendimiento académico se inicia desde su conceptualización, en ocasiones se la denomina como aptitud escolar, desempeño académico o rendimiento escolar, pero generalmente las diferencias de conceptos solo se explican por cuestiones semánticas, en la experiencia docente son utilizados como sinónimos (Edel 2003).

Así pues, aproximarse al rendimiento académico como objeto de estudio plantea comprender su complejidad y las formas de abordarlo como un fenómeno multifactorial (Edel, 2003). Esto quiere decir que al evaluar el rendimiento académico, y como mejorarlo, se analizan los factores que pueden influir en él, aparecen tantos y de variados niveles y análisis, que lo constituyen en un fenómeno multifactorial.

En rigor, una de las dimensiones más importantes en el proceso de enseñanza aprendizaje lo constituye el rendimiento académico del alumno (Edel, 2003).

Martínez (2007) afirma:

“La mayor parte de las investigaciones encuentran que hay correlaciones positivas entre factores intelectuales y rendimiento”.

Sin embargo, el autor Jiménez (2000) refiere que “se puede tener una buena capacidad intelectual y una buenas aptitudes y sin embargo no estar obteniendo un rendimiento adecuado”.

En particular, una investigación de Pizarro y Crespo (2000) sobre aprendizajes escolares expresan:

“La inteligencia humana no es una realidad fácilmente identificable, es un constructo utilizado para estimar, explicar o evaluar algunas diferencias conductuales entre las personas”.

En verdad, el rendimiento académico es un concepto amplio y complejo, en parte por la multidimensionalidad del término y la imposibilidad de cuantificarlo directamente (Soria et al., 2014).

Por ejemplo, Jiménez (2000) entiende que rendimiento escolar es un “nivel de conocimiento demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico”. Por añadidura, una definición más reciente como la de Carlín (2011) que indica: “alcanzar un nivel educativo eficiente, donde el estudiante puede demostrar sus capacidades cognitivas, conceptuales, altitudinales, procedimentales y actitudinales”.

Diversas investigaciones han puesto énfasis en el estudio de los factores escolares, de los impactos de las variables internas del proceso de enseñanza aprendizaje y del control metodológicamente adecuado de las relaciones entre factores escolares y extra escolares.

En suma, el rendimiento escolar es una cuestión de interés continuo, los investigadores en educación indagan sobre este fenómeno, de naturaleza multifactorial, tratando de identificar sus causas y las claves para favorecer su desarrollo positivo.

4.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO ESCOLAR.

Cuando se trata de evaluar el rendimiento académico se analizan los factores que pueden influir en él, generalmente se consideran, entre otros, factores socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio y los conceptos previos que tienen los alumnos (Benítez, Giménez & Osicka, 2000).

Dentro de las variables o factores que influyen en el rendimiento escolar tenemos las endógenas o exógenas. Exógenos son los factores que influyen desde el exterior y endógenos relacionados directamente con aspectos personales psicológicos o somáticos del alumno (Secretaría de Educación Distrital, Bogotá, 2010). Siguiendo la misma línea Cernivi (2002) son consideradas como *variables explicativas a nivel del alumno*.

En los factores endógenos se sitúa el estudiante, y se contemplan aspectos como el sexo, la edad, las horas de estudio, la motivación, trayectorias, entre otras.

En lo referido a factores exógenos citamos la familia: “ingresos, composición, ocupación, nivel educativo, recursos” (Torres, 2005), también considerara por Cervini (2002) con una variable relacionada con las características propias del hogar; y la comunidad educativa: “no únicamente la enseñanza, sino todas las dimensiones del quehacer y la cultura escolar, infraestructura, los materiales de enseñanza, el uso del espacio y tiempo, la organización, las rutinas y las normas, la relación entre directivos y docentes, y entre estos y los alumnos, los padres de familia, la competencia docente, los sistemas de evaluación, etc.” (Torres 2005).

En esta última variable, además, se considera el aprovechamiento y clima escolar, autonomía y participación docente, tipo de gestión, etc. (Cernivi, 2002)

Bajo esta misma línea, una investigación de Lituma-Aguirre D et al, (2013) de la Facultad de Medicina de la Universidad Ricardo Palma, que pretende determinar los factores asociados al bajo rendimiento académico. Se incluyeron en este estudio un total de 249 escolares del 1ro a 5to de educación secundaria. Los resultados indican una asociación estadísticamente significativa del bajo rendimiento académico con el sexo, funcionalidad familiar y fuertemente significativa con el consumo de tabaco, alcohol, drogas, conducta sexual de riesgo y violencia social.

A partir de esta investigación consideramos que no es solo un factor el que determina el rendimiento académico sino varios y diversos los que inciden. Los problemas

de la familia y hasta la Institución escolar en su conjunto. Este dilema constituye un desafío para los centros educativos.

En resumen: la integración, la articulación y coherencia pedagógica de cada docente y directivo es fundamental a fin de incrementar el rendimiento escolar

CAPÍTULO 5

DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. ENFOQUE TEÓRICO ADOPTADO.

Expuesto el proceso de investigación exploración bibliográfica, presentamos el trabajo de campo a fin de constatar la relación entre la capacidad aeróbica y el desempeño escolar áulico.

Desde una perspectiva metodológica, es un estudio de tipo descriptivo-correlacional explicativo y transversal. Se analiza el fenómeno en condiciones naturales tratando de establecer qué relación existe entre el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máximo) y el rendimiento escolar.

El estudio fue realizado entre los meses de noviembre y diciembre del año 2015. La evaluación se efectuó en una escuela primaria de gestión pública de la ciudad de Alta Gracia.

Los participantes recibieron autorización médica al comienzo del ciclo lectivo, la cual fue solicitada por la escuela para participar de las clases de Educación Física.

5.2. DEFINICIÓN DE LA VARIABLES.

Para diseñar el instrumento de recolección de datos es necesaria la definición de las variables de estudio. Se especifican a continuación:

VO₂ máximo: es la cantidad máxima de oxígeno (O₂) que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado. También se denomina capacidad aeróbica. Mientras mayor sea el VO₂ máximo, mayor será la capacidad aeróbica del sujeto.

Desempeño escolar: aprendizaje demostrado, en la libreta de calificaciones y materializado en jerarquía numérica, en los alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria de la ciudad de Alta Gracia.

El indicador principal, que se tuvo en cuenta para determinar el desempeño escolar de los alumnos, fue el promedio de calificaciones en las áreas principales de estudio.

5.3. PLAN DE TRABAJO EMPÍRICO.

Para realizar una correlación adecuada entre las variables mencionadas anteriormente es necesario definir cuestiones tales como:

5.3.1. POBLACIÓN.

Son todos los alumnos regulares escolarizados que cursan en el segundo ciclo de la escuela primaria de la ciudad de Alta Gracia, provincia de Córdoba, República Argentina.

5.3.2. MUESTRA.

La muestra quedó constituida por 185 alumnos de 8,5 a 11,5 años del segundo ciclo (4to, 5to y 6to grado) de la escuela primaria Santiago de Liners, Córdoba.

No se incluyeron, en el estudio, individuos que tuvieran diagnóstico clínico de asma, diabetes, problemas esqueléticos, problemas musculares u otro de salud que impidiera realizar práctica de actividad física y/o deportiva.

Hubo un consentimiento del establecimiento educativo obtenido de los directivos responsables luego de una explicación detallada del propósito del estudio (ver en anexos 1).

5.3.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Los datos fueron abordados desde una perspectiva metodológica cuantitativa y con un diseño exploratorio.

Se indaga acerca de la relación entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento escolar en los escolares pre-púberes del segundo ciclo de la escuela primaria.

El estudio exploratorio permite acercarse al fenómeno en cuestión y caracterizador al objeto de estudio.

Se implementó un estudio transversal, ya que la recolección de los datos a través del análisis de calificaciones y las evaluaciones físicas se realizó en un momento único sin incluir intervenciones que logren transformar el fenómeno de estudio a través del tiempo.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron:

Componente cardiorrespiratorio: se evaluó mediante el test Course-Navette (CN-20M). Este consiste en recorrer entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido (ida y vuelta). Es un test de campo indirecto incremental y máximo. La fiabilidad y validez del test de Course-Navette ha sido suficientemente demostrada en escolares de 8-19 años. La capacidad aeróbica es un potente indicador fisiológico del estado general de salud.

Componente de aptitud física	Factor	Autor y año	Test de campo	Materiales
Resistencia aeróbica o capacidad aeróbica.	Consumo máximo de oxígeno (VO ₂ máximo).	L. Leger y J. Lambert, 1982.	Test de Course-Navette / Test de Léger / Test de ir y volver en 20 metros.	CD de audio con el protocolo del test, conos y playón deportivo.

El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora inicial de 8,5 km/h⁻¹ y se incrementan en 0,5 km/h⁻¹ con intervalos de 1 minuto llamados etapas. El alumno debe pisar detrás de la línea de 20 metros en el momento justo en que se emite la señal sonora. El test finaliza cuando el sujeto se detiene por que no puede seguir más producto de la fatiga generada o porque cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar la línea al sonido. Se estimó el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) a partir de la ecuación de Leger para niños (Leger, et al. 1988):

$$VO_2 \text{ máx.} = 31,025 + 3,238 *V - 3,248 *E + 0,1536 *V *E.$$

En esta, V es la velocidad (en km/h-1) de la última etapa completa y E es la edad (en años) del sujeto.

Libreta de calificaciones: obtenida por cuantificar las notas incluidas en la libreta de los alumnos específicamente referidas al tercer trimestre del año 2015. Se contempla cuatro áreas: Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Matemáticas. A cada valoración expresada por las maestras de grado, se otorga un determinado valor numérico:

Expresión	Símbolo	Valor Núm.
Excelente	E	5
Muy bueno	MB	4
Bueno	B	3
Satisfactorio	S	2
No satisfactorio	NS	1

La información obtenida se recopiló, tabuló y analizó para determinar la relación entre ambas variables, como así también la descripción de los valores obtenidos (ver en anexos 2).

Para analizar y describir la relación entre el rendimiento académico y la capacidad aeróbica, se utilizó el coeficiente de Correlación de Spearman. Será positivo y elevado (próximo a 1) si los valores pequeños de una variable esta acompañados de valores pequeños de la otra y valores grandes de una siguen a los valores grandes de la otra.

5.3.4. ANÁLISIS DE DATOS.

Para el análisis de datos, en primera medida, se diseñó un matriz de datos que permitió ordenar y agrupar la información necesaria. Esta información fue obtenida a partir de diferentes instrumentos de recolección de datos (libreta de calificaciones y test aeróbico físico). Luego, por medio por medio de un programa de estadística llamado INFOSTAT (2015) se relacionaron y analizaron las variables pertinentes.

RESULTADOS

Se evaluaron 185 alumnos. El grupo etario es pre-púber escolarizado del segundo ciclo de la escuela primaria más precisamente 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} grado. Los cuales 89 fueron varones, que representan el 48,10% de la muestra y 96 mujeres que conforman el 51,89% restante. Las edades comprendidas corresponden de 8,5 a 11,5 años. Durante la etapa de evaluaciones físicas, ninguno de los participantes presento lesiones, molestias o desmayos.

Las características de la muestra, así como de los valores obtenidos en el rendimiento escolar y en la capacidad aeróbica, se observan en las siguientes tablas:

Tabla 1: Consumo máximo de oxígeno (VO_2 máximo).

<u>Medidas</u>	<u>VO₂</u>
n.	185
Media	44,10
D.E.	3,84
Mín.	31,00
Máx.	52,10
P (10)	38,70
P (25)	41,20
P (50)	44,00
P (75)	46,90
<u>P (90)</u>	<u>48,90</u>

En la *Tabla 1*, como dato a destacar es la media de VO_2 máximo ($\text{mL.Kq}^{-1}.\text{min}^{-1}$) que corresponde a 44. 10 de VO_2 máximo para la muestra total. En primer término, si se compara este grupo etario con los datos normales de los niños en edad escolar de la provincia de Quebec, Canadá (Léger et al., 1984) con una media 46.84 de VO_2 máximo para la edad de 10 años y 47.51 de VO_2 máximo para los 11 años; nuestra muestra presentaría valores inferiores.

Asimismo, en otro estudio sobre la aptitud física en escolares de 10 a 12 años (muestra: 257 escolares) del Municipio de Montería en Colombia (Corondo y Soto, 2010) registraron una media de 42.52 (VO₂ máximo) estimado a partir del test de Course-Navette

De igual modo, una investigación en Portugal (Silva et al., 2012) cual objetivo fue calcular normas de referencia para el test de CN-20 m en jóvenes de 10-18 años (5599 estudiantes). Para las edades de los 10 a 12 años el promedio VO₂ máximo de 43.35 (ml.kg.min)

Con respecto a un estudio en nuestro país, efectuado en niños de escuelas primarias de cinco provincias (Entre Ríos, Mendoza, Buenos Aires, Misiones y Santa Cruz) se observó un valor medio 44.40 de VO₂ máximo en las edades comprendidas entre los 6 a 12 años (Secchi et al., 2014). En comparación a lo expuesto anteriormente, podríamos afirmar que los datos representarían valores similares con respecto a la *Tabla 1*.

A su vez en niños escolares ingleses pre púberes (7366), para las edades comprendidas de 10-12 años, un estudio (Sandercock, 2012) proporciona datos normativos, para esta población, de la capacidad cardiorrespiratoria a partir de Test de ir y volver de 20 metros. Indica en promedio un VO₂ máximo de 44.40 (ml.kg.min)

Del mismo modo, en otro estudio internacional (Catley et al., 2011), en este caso niños australianos, proporciona valores normativos por edades y sexos. Para las edades de 9 a 10 años en varones y mujeres, se estimó una media de 44.60 de VO₂ máximo.

Finalmente, un trabajo de investigación en Europa (De Miguel-Etayo et al., 2014), el cual ofrece una valoración normativa estandarizada de componentes de la aptitud física de ocho países europeos de edades comprendidas 6-10 años. La capacidad cardiorrespiratoria se evaluó mediante la prueba de ida y vuelta de 20 metros. La media fue de 46,25 de VO₂ máximo. Valores muy superiores comparados a los presentes en la muestra de pre púberes de Córdoba, Argentina.

Grafico 1. Comparación de VO2 máximo entre diferentes poblaciones pediátricas.

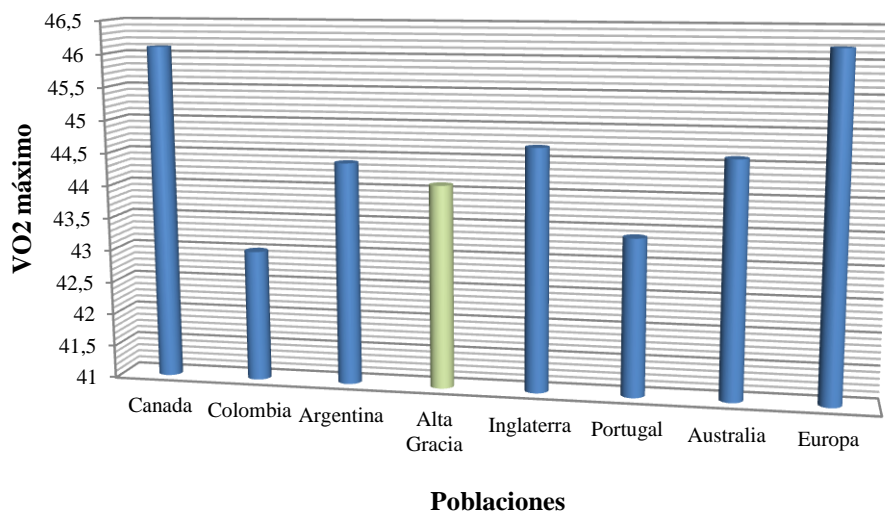


Tabla 2: Rendimiento escolar (notas) alumnos escolarizados.

Medidas	REN
n.	185
Media	14,88
D.E.	3,54
Mín.	9,00
Máx.	20,00
P (10)	10,00
P (25)	12,00
P (50)	15,00
P (75)	18,00
P (90)	20,00

Tabla 3. Rendimiento escolar (notas) de niños vs niñas.

GÉNERO	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
Femenino	96	14.09	3.49	24.77	9.00	20.00
Masculino	89	15.70	3.41	21.72	9.00	20.00

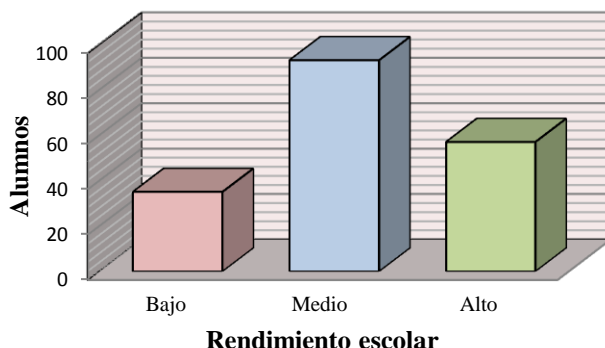
Tabla 4. Consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) de niños vs niñas.

GÉNERO	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
Femenino	96	43.15	3.98	9.22	31.00	50.70
Masculino	89	.10	3.42	7.57	32.90	52.10

Se observa que en promedio los varones tienen un mayor rendimiento académico expresado en promedio de notas (*Tabla 3*) y mayor capacidad aeróbica (*Tabla 4*).

En comparación con estudios previos (Ortega, et al. 2005; Catley and Tomkinson, 2013; Catley, 2011) el nivel de capacidad aeróbica en el presente trabajo de investigación, es mayor en los alumnos masculinos.

Gráfico 2. Grupo de alumnos clasificados a partir del rendimiento escolar demostrado.



En el *Grafico 2* se indica el rendimiento escolar expresado en suma de calificaciones de los alumnos, agrupados según el nivel de referencia: bajo (<13.12), medio (>13.13 y <15.87) y alto (>15.88).

Si observamos las categorías y sus respectivos porcentajes, el nivel bajo tiene 39 alumnos (21%), para el nivel medio 89 alumnos (48%) y el nivel alto 57 alumnos (31%).

A partir de las evaluaciones físicas obtenidas y la determinación del rendimiento escolar áulico, en la *Tabla 5* y *Tabla 6* se establecieron los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95 para cada variable respectivamente peticionada por género.

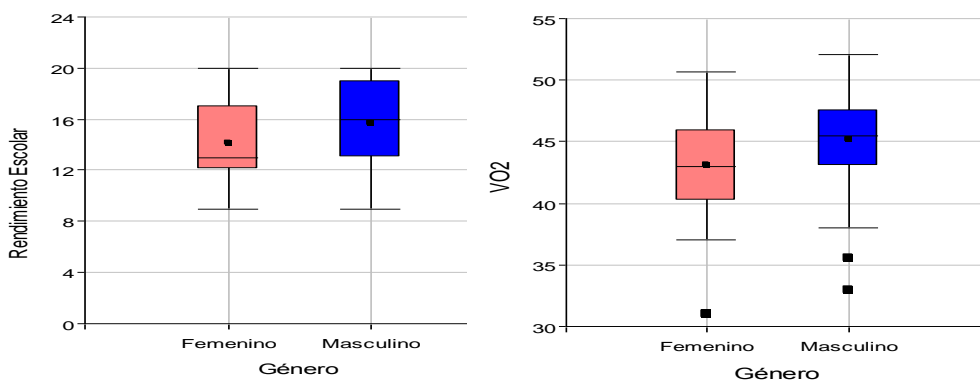
Tabla 5. Percentiles de consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) de niñas y niños.

GÉNERO	Variable	n	P(05)	P(10)	P(25)	P(50)	P(75)	P(90)	P(95)
Femenino	VO2	96	37,10	38,00	40,20	43,00	45,90	48,80	50,00
Masculino	VO2	89	38.70	40.80	43.00	45.50	47.50	49.10	50.20

Tabla 6. Percentiles de rendimiento escolar (calificaciones) para mujeres y varones.

GÉNERO	Variable	n	P(05)	P(10)	P(25)	P(50)	P(75)	P(90)	P(95)
Femenino	REN	96	09,00	10,00	12,00	13,00	17,00	20,00	20,00
Masculino	REN	89	09,00	10,00	13,00	16,00	19,00	20,00	20,00

Gráfico 3. Box-plot del rendimiento escolar (izquierda) y capacidad aeróbica (derecha).



Los Gráficos Box-plot (Gráfico 3) evidencian que el rendimiento académico de las mujeres es menos variable respecto a lo observado en los varones. Sin embargo, el rendimiento académico está en el mismo rango para ambos géneros.

Para VO2 máximo, que mide indirectamente la capacidad aeróbica, en las mujeres se observa una mayor dispersión pero sus valores máximos y mínimos son más pequeños respecto a los valores máximos y mínimos de los varones.

Con el propósito de identificar posibles factores de riesgo o indicativos de riesgo cardiovascular futuro en poblaciones escolares pediátricas, los alumnos participantes del presente estudio fueron clasificados bajo normas de referencia estandarizadas de criterios cardiorrespiratorios como la establece el Fitnessgram (Fitnessgram test administration manual, 2004; Lobelo, 2009):

Un nivel de capacidad aeróbica *saludable-alta salud* si el VO2 máximo fue ≥ 40.3 ml/kg/min-1 para varones y ≥ 40.1 ml/kg/min-1 para mujeres (Fitnessgram test administration manual, 2004).

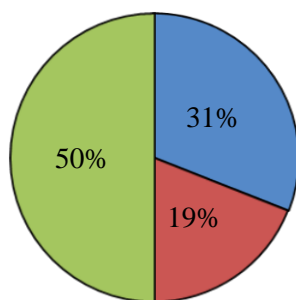
Los alumnos con un nivel de capacidad aeróbica *no saludable* o indicativo de riesgo cardiovascular futuro, fueron agrupados si el VO2 máximo fue < 37.3 ml/kg/min-1 para niños y < 37.0 ml/kg/min-1 en mujeres (Fitnessgram test administration manual, 2004).

Los datos sobre los niveles de capacidad aeróbica bajos, se asociaron con la presencia de síndrome metabólico metabólica, que es una colección de factores que son asociados con un mayor riesgo de diabetes y las enfermedades cardiovasculares.

Los niños entre las dos zonas, están agrupados en una zona intermedia que hace referencia a una *necesidad de mejorar* la capacidad aeróbica (Fitnessgram test administration manual, 2004). Referente a varones: 37.4 - 40.2 ml/kg/min-1, y mujeres: 37.1 - 40.0 ml/kg/min-1.

Grafico 4. Gráfico con los porcentajes de los diferentes sectores de capacidad aeróbica.

Primario (segundo ciclo)



En el *Grafico 4* están sectorizados los diferentes niveles de capacidad aeróbica de la muestra en su totalidad. Observamos que un 19% de los niños del segundo ciclo de la escuela primaria está en presencia de baja capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro. Este dato representa a 35 alumnos.

Gráfico 5. Gráfico de sectores de capacidad aeróbica (porcentajes) mujeres vs varones.



En los gráficos de torta (Gráfico 5) se observa que el porcentaje de personas en riesgo es menor en comparación con el nivel de capacidad aeróbica saludable.

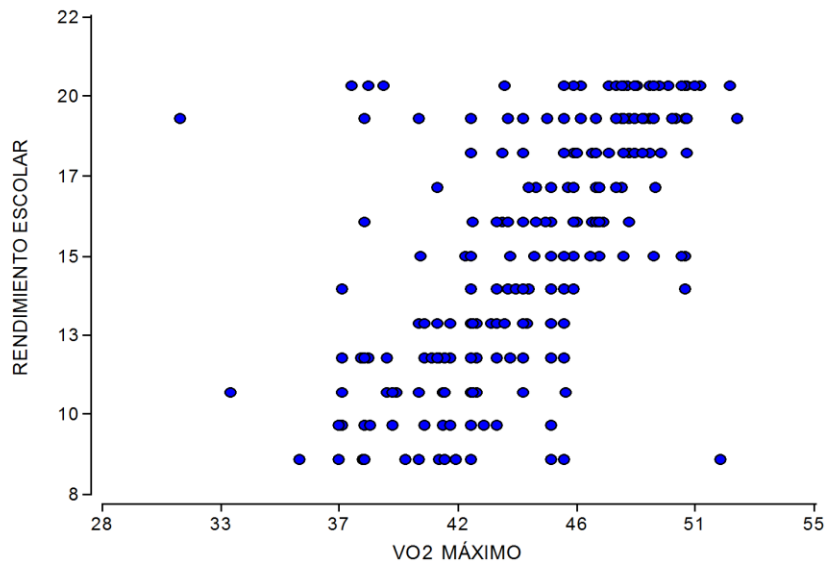
Observamos las diferentes zonas aeróbicas para las niñas, un 47% (45 alumnas) se encuentra dentro de una zona saludable, el 30% (29 alumnas) en zona intermedia con necesidad de mejorar y un 23% (22 alumnas) en zona de riesgo cardiovascular.

Además, se indicaron los sectores aeróbicos referente a varones: 50% (45 alumnos) en zona de alta salud, un 32% (28 alumnos) en zona intermedia con necesidad de mejorar y un 18% (16 alumnos) en zona de riesgo para salud cardiovascular futura.

La proporción de personas en riesgo es menor en el género masculino (18% y 23% respectivamente).

Estos resultados deben interpretarse con precaución, debido a que hay factores, como el punto de corte del VO₂ máximo empleado, la ecuación aplicada para estimar el VO₂ máximo y el test utilizado, que podrían afectar las clasificaciones (Secchi, et al. 2013).

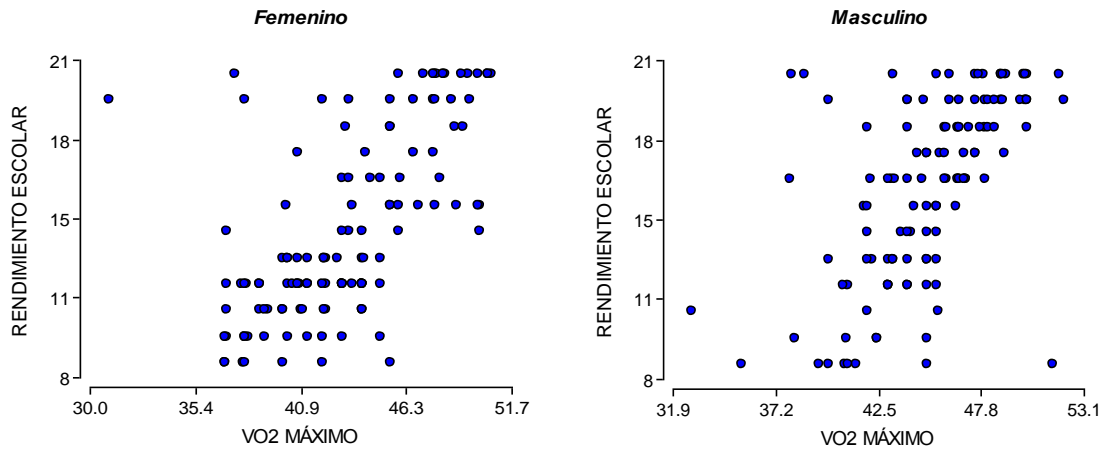
Grafico 6. Diagrama de dispersión del rendimiento escolar y VO_2 máximo (ml.kg.min).



En el diagrama de dispersión del rendimiento escolar, podemos observar una posible tendencia lineal: a mayor capacidad aeróbica mayor sería el rendimiento escolar en calificaciones; considerado este último como apoyo de éxito del éxito escolar (*Gráfico 6*).

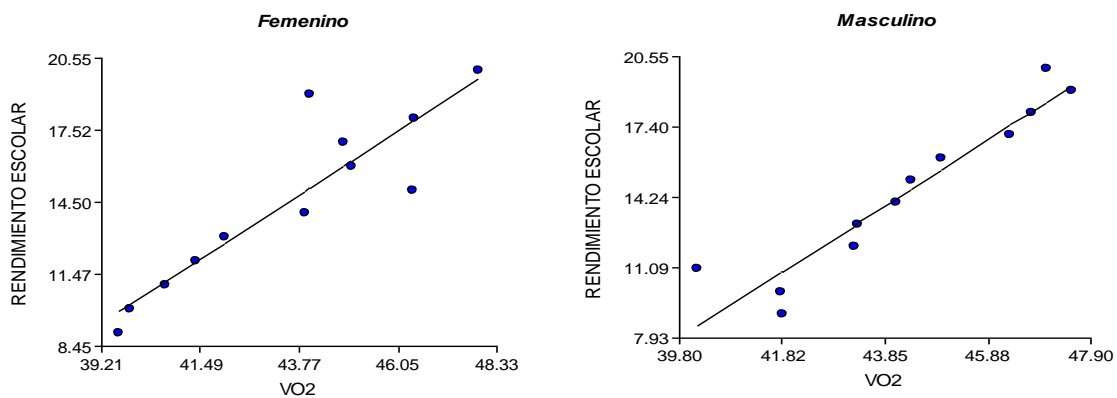
La relación, a priori, es directa y lineal, ya que ambas variables aumentan en concordancia exponencial, como puede observarse en el de diagrama de dispersión.

Grafico 7. Diagrama de dispersión rendimiento escolar y VO_2 máximo mujeres vs varones.



En los diagramas de dispersión diferenciando el género (masculino y femenino), se observa una posible tendencia lineal, es decir, a mayor capacidad aeróbica mayor es el rendimiento escolar en notas (Gráfico 7)

Grafico 8. Rendimiento escolar en función del VO_2 máximo en varones y mujeres.



Se realizó un análisis de regresión lineal particionada por género, tomando el

rendimiento escolar como variable dependiente y el consumo de oxígeno como variable regresora.

Para el género femenino la capacidad aeróbica fue significativa ($p = 0.0001$) con un $r^2 = 0.81$, es decir; que el rendimiento académico es explicado en un 81% por la capacidad aeróbica.

Para el género masculino la capacidad aeróbica también fue significativa ($p < 0.0001$) con un $r^2 = 0.90$ queriendo decir esto que el rendimiento académico para los varones es explicado en un 90% por la capacidad aeróbica.

Este coeficiente mide la proporción de los cambios en Y que se explican a través de la función lineal. Cuantifica el peso relativo de la variable x en la explicación de y.

En el *Gráfico 8*, se observa que existe una relación lineal positiva entre el rendimiento escolar y para la capacidad aeróbica, tanto para el género femenino como para el masculino.

Tabla 7. *Correlación de Spearman para el género femenino.*

	RENDIMIENTO ESCOLAR	VO2 MÁXIMO
RENDIMIENTO ESCOLAR	1.00	0.00
VO2 MÁXIMO	0.66	1.00

Tabla 8. *Correlación de Spearman para el género masculino.*

	RENDIMIENTO ESCOLAR	VO2 MÁXIMO
RENDIMIENTO ESCOLAR	1.00	0.00
VO2 MÁXIMO	0.62	1.00

Después de analizar los resultados anteriores respecto al consumo de oxígeno (ml.kg.min) y el rendimiento escolar áulico de varones y mujeres, se aplicó un coeficiente de correlación (r de Spearman) para medir el grado de relación entre ambas variables.

En la *Tabla 7* se observa la correlación de Spearman entre rendimiento escolar y capacidad aeróbica, el valor-p sugiere que la correlación es significativa, mientras que el coeficiente de correlación (valor-p<0.001, $r^2=0.66$) indica que existe una correlación positiva entre el consumo de oxígeno y el rendimiento escolar, es decir mayor capacidad aeróbica mayor rendimiento académico, lo mismo ocurre para los varones (valor-p<0.001, $r^2=0.62$, tabla 4) indicado en la *Tabla 8*.

Tabla 9. *Correlación de Spearman para el segundo ciclo.*

	RENDIMIENTO ESCOLAR	VO2 MÁXIMO
RENDIMIENTO ESCOLAR	1,00	0,00
VO2 MÁXIMO	0,61	1,00

En la *Tabla 9* se observa la correlación en el rendimiento escolar y la capacidad aeróbica para la muestra en su totalidad: valor-p<0.001, $r^2=0.61$. Lo que indica una fuerte correlación positiva entre ambas variables.

Se han establecido algunos valores de referencia: nula si $r < 0.10$, pequeña si $0.10 \leq r < 0.30$, media si $0.30 \leq r \leq 0.50$ y grande si $r > 0.50$.

Sin embargo, para Cohen (1988), estos criterios son un poco arbitrarios y debe considerarse al coeficiente de correlación en su contexto.

DISCUSIÓN

El presente estudio constituye el primer trabajo de investigación realizado en la ciudad de alta gracia que determino la capacidad aeróbica de niños escolares del segundo ciclo de la escuela primaria y su relación con el rendimiento escolar, en una muestra de 185 niños de la ciudad de Alta Gracia, provincia de Córdoba.

Hasta el momento, no tenemos conocimientos de algún estudio de similares características en la ciudad de Córdoba.

En las *Tablas 5-6*, se presentaron los primeros percentiles de rendimiento escolar y consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) con el motivo de analizar e interpretar lo valores obtenidos, y relacionarlos con futuros estudios.

En comparación con estudios previos (Ortega, et al. 2005; Catley and Tomkinson, 2013) el nivel de capacidad aeróbica en el presente trabajo de investigación, es mayor en los alumnos masculinos.

En cuanto al rendimiento escolar (promedio) los varones tienen un mayor rendimiento académico expresado en promedio de notas.

Se compararon los niveles de capacidad aeróbica en un total de 6 estudios (6 países). Los participantes del presente estudio alcanzaron niveles superiores en relación a dos estudios (Silva, 2012; Corondo y Soto, 2010), similares en un estudio (Secchi et al., 2014) e inferior en cuatro estudios (Léger et al., 1984; Sandercock et al., 2012; Catley et al., 2011 y De Miguel-Etayo et al., 2014).

La capacidad aeróbica comparada con lo anteriores estudios indica que la muestra de niños escolares del segundo ciclo de la escuela primaria de la ciudad de Alta Gracia se encuentra posicionada entre los países con niveles más bajos de VO₂ máximo.

Cuando analizamos la muestra total de la presente investigación observamos que un 19% de los niños está en presencia de baja capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro según lo establece el Fitnessgram.

Si observamos el rendimiento escolar las categorías y sus respectivos porcentajes, aproximadamente el 80% de los alumnos presenta un rendimiento escolar medio-alto expresado en suma de calificaciones.

Los datos del presente estudio mostraron que los niños con capacidad aeróbica saludable, en general, tuvieron un mejor rendimiento escolar áulico expresado en notas promedio (Valor- $p < 0.001$, $r^2 = 0.62$).

Similares conclusiones, se encontraron en diversos estudios que determinaron una asociación directa y positiva entre la capacidad aeróbica y el rendimiento escolar (Shepard, 1984; Hillman, Castelli y Buck, 2005; Castelli, Hillman, Buck y Erwin, 2007; Hillman, Buck, Themanson, Pontifex y Castelli, 2009; Kubesh et al., 2009; Roberts, Freed y McCarthy; 2010; Camijo et al., 2011).

De igual modo, se constataron asociaciones positivas predominantes en tres revisiones bibliográficas o meta-análisis (Sibley y Etnier, 2003; Rasberry et al., 2011; Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer, 2011).

Sin embargo, en dos estudios que no constataron beneficios directos en educación ni pudieron establecer una relación positiva entre ambas variables (Ahamed et al., 2007; Selis, 2014).

Esta evidencia científica coloca al profesor de Educación Física en un rol/papel de promotor de salud de sus alumnos, tanto física como mental.

De esta manera, el ámbito escolar primario (formal y obligatorio) constituye un espacio privilegiado para promover hábitos de ejercicio físico regular y preservar la salud cardiovascular presente y futura de los niños.

CONCLUSIONES

El presente estudio constituye el primer trabajo de investigación realizado en la ciudad de Alta Gracia con respecto a la determinación del consumo de oxígeno niños pre púberes escolarizados. La muestra incluyó un total de 185 alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria.

Este trabajo se realizó con el propósito de determinar la relación entre la capacidad aeróbica y el rendimiento escolar áulico.

El objetivo principal fue describir, analizar y determinar la relación entre la condición física relacionada con la salud cardiovascular y el rendimiento escolar áulico expresado en promedio de calificaciones de la libreta.

Después de analizar los resultados respecto al consumo de oxígeno (ml.kg.min) y el rendimiento escolar áulico de varones y mujeres, se aplicó un coeficiente de correlación de Spearman entre rendimiento escolar y capacidad aeróbica: correlación es significativa en mujeres (valor- $p < 0.001$, $r^2 = 0.66$) e indica que existe una correlación positiva entre el consumo de oxígeno y el rendimiento escolar, es decir mayor capacidad aeróbica mayor rendimiento académico, lo mismo ocurre para los varones (valor- $p < 0.001$, $r^2 = 0.62$, tabla 4)

En efecto, esta investigación ratifica la hipótesis planteada: “el consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) influye de manera positiva en el desempeño escolar de los alumnos del segundo ciclo de la escuela primaria”.

La muestra de niños escolarizados del Segundo Ciclo presenta mayores niveles de capacidad aeróbica que las niñas.

Los datos del presente estudio mostraron que los niños con capacidad aeróbica saludable, en general, tuvieron un mejor rendimiento escolar áulico expresado en notas promedio.

Entre las limitaciones del presente trabajo de investigación, cabe destacar la falta de representatividad de la muestra y el número de participantes relativamente bajo para establecer valores de referencia de la población escolarizada del segundo ciclo de la escuela primaria de la ciudad de Alta Gracia provincia de Córdoba.

Sin embargo, debido a la falta de datos normativos de capacidad aeróbica en esta población, el presente estudio proporciona los primeros valores de referencia para

continuar estudios longitudinales admitiendo el uso de más variables y un exhaustivo análisis de los datos recolectados.

Como docentes de Educación Física debemos estimular a la participación de los niños en actividades deportivas extraescolares acíclicas y aprovechar al máximo las horas de estímulo semana de Educación Física con objetivos centrales de mejorar la aptitud cardiorrespiratoria. Tales propósitos desencadenarían mejoras en la salud cognitiva y social de los niños y su posterior mejora en el rendimiento escolar.

ANEXOS

Tabla 10. Matriz de datos

GRADO	NERO	GÉ N	RE	2	VO
A	4	1	13	8	42,
A	4	1	14		44
A	4	1	19	5	45,
A	4	1	9	5	45,
A	4	1	19	7	47,
A	4	1	20	2	47,
A	4	1	10	2	38,
A	4	1	12	1	38,
A	4	1	9	9	37,
A	4	1	11	2	39,
A	4	1	12	2	40,
A	4	1	16		45
A	4	1	12	2	41,
A	4	1	20	3	48,
A	4	2	18		48
A	4	2	18	8	47,
A	4	2	13		45
A	4	2	18	9	45,
A	4	2	19	9	44,
A	4	2	19	2	50,
A	4	2	14		45
	4	2	16		44

A				
A	4	2	16	47
A	4	2	10	42,
A	4	2	9	5 39,
A	4	2	15	45
A	4	2	17	49
A	4	2	15	5 45,
A	4	2	11	6 45,
A	4	2	18	6 46,
A	4	2	19	7 46,
B	4	1	19	38
B	4	1	15	5 43,
B	4	1	10	45
B	4	1	12	44
B	4	1	13	7 40,
B	4	1	14	1 50,
B	4	1	14	1 37,
B	4	1	9	37
B	4	1	19	7 46,
B	4	1	16	43
B	4	1	20	5 49,
B	4	1	13	40
B	4	1	19	42
B	4	1	13	44
B	4	1	20	5 50,
B	4	1	18	5 45,

B	4	2	17	45
B	4	2	9	51,
B	4	2	20	8 51,
B	4	2	17	45
B	4	2	16	46
B	4	2	14	5 45,
B	4	2	20	2 50,
B	4	2	16	48
B	4	2	11	9 32,
B	4	2	20	2 46,
B	4	2	16	38
B	4	2	20	7 38,
B	4	2	10	9 40,
B	4	2	19	44
B	4	2	9	8 40,
A	5	1	11	2 42,
A	5	1	20	9 45,
A	5	1	14	4 43,
A	5	1	15	5 45,
A	5	1	12	8 40,
A	5	1	15	1 50,
A	5	1	16	48
A	5	1	13	2 40,
A	5	1	15	1 40,
A	5	1	19	31
	5	1	18	48,

A			8	
A	5	1	20	37, 5
A	5	1	17	46, 7
A	5	1	12	43, 5
A	5	2	15	44, 4
A	5	2	9	35, 5
A	5	2	20	43, 3
A	5	2	19	48, 8
A	5	2	16	43, 2
A	5	2	19	44
A	5	2	12	45, 5
A	5	2	13	40
A	5	2	20	50
A	5	2	19	40
A	5	2	18	47, 2
A	5	2	18	46
A	5	2	17	45, 7
A	5	2	15	41, 8
A	5	2	17	46, 9
A	5	2	14	43, 7
A	5	2	18	42
A	5	2	20	47, 9
B	5	1	17	40, 7
B	5	1	12	41, 2
B	5	1	13	40, 2
B	5	1	10	37, 1

B	5	1	12	8	37,
B	5	1	12	1	37,
B	5	1	11	8	38,
B	5	1	11	9	40,
B	5	1	12	7	40,
B	5	1	12	2	42,
B	5	1	12	8	38,
B	5	1	12	8	38,
B	5	1	12	5	40,
B	5	1	20	8	47,
B	5	1	14	9	45,
B	5	1	12	7	40,
B	5	1	14		43
B	5	1	16		46
B	5	2	12		43
B	5	2	17	5	44,
B	5	2	18	7	46,
B	5	2	19	1	50,
B	5	2	10	5	42,
B	5	2	18	2	50,
B	5	2	13		43
B	5	2	14		42
B	5	2	16	7	46,
B	5	2	13	3	43,
B	5	2	19	8	49,
	5	2	17		47,

B			5	
A	6	1	12	44
A	6	1	12	42
A	6	1	12	43
A	6	1	12	43
A	6	1	15	5, 45,
A	6	1	13	2, 42,
A	6	1	12	44
A	6	1	12	45
A	6	1	15	8, 47,
A	6	1	10	39
A	6	1	10	38
A	6	1	12	38
A	6	1	10	37
A	6	1	12	43
A	6	1	15	50
A	6	1	16	4, 43,
A	6	1	12	44
A	6	2	16	8, 44,
A	6	2	9	40
A	6	2	13	2, 42,
A	6	2	12	41
A	6	2	12	44
A	6	2	13	3, 43,
A	6	2	18	2, 48,
A	6	2	16	4, 43,

A	6	2	13	45
A	6	2	20	1 50,
A	6	2	19	2 50,
A	6	2	16	1 42,
A	6	2	18	7 46,
B	6	1	13	45
B	6	1	15	9 48,
B	6	1	19	6 48,
B	6	1	18	2 49,
B	6	1	20	9 47,
B	6	1	10	43
B	6	1	18	5 45,
B	6	1	13	1 42,
B	6	1	18	2 43,
B	6	1	11	40
B	6	1	15	9 45,
B	6	1	15	9 46,
B	6	1	9	37
B	6	1	19	4 43,
B	6	1	20	7 50,
B	6	1	17	7 47,
B	6	2	19	2 46,
B	6	2	10	45
B	6	2	13	42
B	6	2	13	5 45,
	6	2	12	44

B				
B	6	2	17	9 45,
B	6	2	12	43
B	6	2	12	43
B	6	2	11	42
B	6	2	16	47
B	6	2	20	5 47,
B	6	2	19	48
B	6	2	20	8 48,
B	6	2	18	5 48,

BIBLIOGRAFÍA

Barr-Anderson DJ, AuYoung M, Whitt-Glover MC, Glenn BA, Yancey AK. 2011 Integration of short bouts of physical activity into organizational routine a systematic review of the literature. University of Minnesota, Minneapolis, USA.

Bevacqua, M. S. (2011). La iniciación deportiva y el rendimiento escolar. Universidad Católica de Córdoba Facultad de Educación, Córdoba, Argentina.

Castro-Pinero J, Artero EG, Espana-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, Ruiz JR. Criterion-related validity of field-based fitness test in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2010; 44 (13): 934-943.

Chaddock L, Pontifex MB, Hillman CH, Kramer AF (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. Department of Psychology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801, USA.

Chaddock L. et al. (2010): "A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children". *Brain Research* 1358, 172-183.

Chaddock L. et al. (2013): "The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience* 7.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum

Danzio, D. A. (2014). Actividad física y rendimiento académico. Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Educación, Córdoba, Argentina.

Donnelly JE, Lambourne K. 2011 Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. Energy Balance Laboratory & Center for Physical Activity & Weight Management, University of Kansas, Lawrence, KS 66045, USA.

Erickson K. et al. (2011): "Exercise training increases size of hippocampus and improves memory". *PNAS* 108, 3017-3022.

Edwards JU, Mauch L, Winkelman MR. (2011). Relationship of nutrition and physical activity behaviors and fitness measures to academic performance for sixth graders in a midwest city school district. Department of Health, Nutrition & Exercise Sciences, North Dakota State University, Fargo, ND 58105, USA.

Grösser, Manfred y colaboradores (1988): “Test de la Condición Física”. En: Eurofit 1988, citados por A. Sánchez (1996).

Hillman C. et al. (2009): “The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children”. *Neuroscience* 159, 1044-1054.

Hillman et al. (2014): “Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function”. *Pediatrics* 134 (4), 1063-1071.

Sangeeta Singh and Shari McMahan (2006). An Evaluation of the relationship between academic performance and Physical Fitness Measures in California Schools (2006). *California Journal of Health Promotion*. California State University Fullerton.

James B Grisson (2005). Physical Fitness and Academic achievement. *Journal of Exercise Physiology*.

Kamijo K, Pontifex MB, O'Leary KC, Scudder MR, Wu CT, Castelli DM, Hillman CH. The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. Department of Kinesiology and Community Health, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, USA.

Kamijo K. et al. (2011): “The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science* 14, 1046-1058.

Kubesch S. et al. (2009): “A 30-minute physical education program improves students' executive attention”. *Mind, Brain, and Education* 3, 235-242.

Lakes K. D., Hoyt W. T. (2004): “Promoting self-regulation through school-based martial arts training”. *Applied Developmental Psychology* 25, 283–302.

Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988;6:93101.

London RA¹, Castrechini S (2011) A longitudinal examination of the link between youth physical fitness and academic achievement. John W. Gardner Center for Youth and Their Communities, Stanford University, CA 94305, USA.

Neeper, Pinilla, Choi y Cotman, (1996). Physical activity increases mRNA for brain-derived neurotrophic factor and nerve growth factor in rat brain. *Brain Res*, 726 (1-2), 49-56.

Organización Mundial de la Salud. Relaciones entre los programa de salud y el desarrollo social y económico. Ginebra: OMS, 1968

Pereira A. et al. (2007): “An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus”. *PNAS* 104, 5638-5643.

Sibley B. y Etnier J. (2003): "The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis". *Pediatric Exercise Science* 15, 243-256,

Rasberry CN, Lee SM, Robin L, Laris BA, Russell LA, Coyle KK, Nihiser AJ. (2011) The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. Centers for Disease Control and Prevention, 4770 Buford Highway, NE MS: K-33, Atlanta, GA 30341, USA.

Reed JA, Einstein G, Hahn E, Hooker SP, Gross VP, Kravitz J. 2010 Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. Dept of Health and Exercise Science, Furman University, Greenville, SC, USA.

Rodríguez, Ferran A. (1995): Prescripción de ejercicios para la salud (I). Resistencia cardiorrespiratoria. *Apuntes de Educación Física y Deportes*.

Roberts CK, Freed B, McCarthy WJ. 2010 Low aerobic fitness and obesity are associated with lower standardized test scores in children. Department of Physiological Science, University of California, Los Angeles, CA 90095-6900, USA.

Ruiz JR, Ortega FB. Physical activity and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Curr Cardiovasc Risk Rep*. 2009;3:281-7.

Rasberry C. et al. (2011): "The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Preventive Medicine* 52, S10-S20.

Ratey, John J. y Hagerman, Eric (2010). *Spark! How exercise will improve the performance of your brain*. Quercus.

Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez A, Meusel D, Sjostrom M, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence; A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies *J Public Health* 2006; 14: 269-277.

Stone, G. (1965). The play of the little children. *Quest*, 8, 23-31.

Sybley, B; Etnier, J. (2002). The relationships between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*.

The Cooper Institute for Aerobics Research. FITNESSGRAM Test Administration Manual 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004. Págs.38-9.

Thayer, R; Newman, R. y McClain, T (1994). Self-regulation of mood: strategies for changing a bad mood, raising energy, and reducing tension. *Journal of Personality and Social Behavior*, 67, 910-925.

Van Praag H. (2009): "Exercise and the brain: something to chew on". *Trends in Neurosciences* 32(5), 283-290.

Vaynman S. (2004): "Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition". *European Journal of Neuroscience* 20, 2580-2590.

William Ramirez, Stefano Vinaccia, Gustavo Ramón Suárez (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 Estudios Sociales*, no. 18, 67-75

Winter B. et al. (2007): "High impact running improves learning". *Neurobiology of Learning and Memory* 87, 597-609.