

**Referencia para citar este artículo:** Navarro–Aburto, B., Díaz–Bustos, E., Muñoz–Navarro, S. & Pérez–Jiménez, J. (2017). Condición física y su vinculación con el rendimiento académico en estudiantes de Chile. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), pp. 309-325.

# Condición física y su vinculación con el rendimiento académico en estudiantes de Chile\*

**BRAULIO NAVARRO–ABURTO**\*\*  
Profesor Universidad de la Frontera, Chile.

**ERICK DÍAZ–BUSTOS**\*\*\*  
Profesor Universidad de la Frontera, Chile.

**SERGIO MUÑOZ–NAVARRO**\*\*\*\*  
Profesor Universidad de la Frontera, Chile.

**JEANETTE PÉREZ–JIMÉNEZ**\*\*\*\*\*  
Profesor Universidad Católica de Temuco, Chile.

*Artículo recibido en marzo 2 de 2016; artículo aceptado en agosto 2 de 2016 (Eds.)*

• **Resumen (analítico):** *Nuestro objetivo en este estudio fue determinar la asociación entre el logro académico en matemáticas y las variables de la condición física. Diseñamos un estudio de tipo cuantitativo no experimental a partir de las bases de datos de la prueba Simce 2011, para estudiantes de 8° básico de Chile. La muestra que seleccionamos fue de 18.363 estudiantes. Todas las variables de la condición física mostraron asociaciones significativas con la variable rendimiento académico en matemáticas, siendo la variable potencia muscular asociada al test de abdominales la que mostró las mayores puntuaciones. Los resultados indican el rol relevante de la actividad física en el rendimiento académico. Lo anterior hace necesario generar una nueva mirada respecto de la actividad física, que permita valorar su importancia en la producción de aprendizajes y logros académicos.*

**Palabras clave:** Actividad física, rendimiento académico, conocimiento, desarrollo cognitivo, educación física (Tesoro de Ciencias Sociales de la Unesco).

\* Este artículo de investigación científica y tecnológica hace parte de la tesis doctoral titulada “Asociación de los factores relacionados con la actividad física de estudiantes chilenos que condicionan el rendimiento académico: Propuesta de un modelo teórico explicativo y pedagógico orientado a establecimientos educacionales del país”. El paradigma de investigación es positivista con una aproximación metodológica cuantitativa no experimental. Dicha investigación fue ejecutada en Chile, inscrita al departamento de Educación de la Universidad de la Frontera de Temuco. La investigación fue realizada desde abril del 2013 hasta diciembre de 2015. Además, presentamos evidencia empírica en torno a la problemática de educación física en el contexto escolar, que es fruto de una metodología cuantitativa no experimental y expone los resultados detallados de una investigación ejecutada y terminada. La investigación fue avalada y aprobada por el Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de la Frontera de Temuco, todo esto fue generado a través de un examen de calificación y posterior examen de grado, ya que el artículo es parte de la tesis de doctorado, por tanto, al no ser parte de un proyecto de investigación no posee un código o contrato. Gran área de conocimiento: Ciencias Sociales. Área de conocimiento: Educación. Sub área de conocimiento: Educación Física.

\*\* Doctor en Ciencias de la Educación, Profesor de Educación Física deportes y recreación, Magister en motricidad infantil Universidad Mayor. Docente del departamento de Educación física de la Universidad de la Frontera de Temuco, Chile Avda. Francisco Salazar 01145 • Teléfonos: (56) (45) 2325370 • Temuco-Chile. Correo electrónico:002ademir@gmail.com. Celular: 511719.

\*\*\* Nutricionista, Doctor en Metabolismo Humano Universidad de Cambridge, UK. Docente del Departamento de Educación Física deportes y recreación. Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. Correo electrónico: erick.diaz@ufrontera.cl

\*\*\*\* PhD Bioestadística. Profesor Titular Departamento de Salud Pública-Ciges, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Chile. Correo electrónico: sergio.munoz.n@ufrontera.cl

\*\*\*\*\* Doctora. (c) Ciencias de la Educación Universidad de la Frontera de Temuco. Magister en Ética Social y Desarrollo Humano Universidad Alberto Hurtado, Santiago -Chile. Profesora de la académica Facultad de Ciencias Religiosas y Filosofía. Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: jeperez@uct.cl

## Physical condition and its relationship with academic achievement in Chilean students

• **Abstract (analytical):** *The purpose of this study was to quantify the association between academic achievement scores in the Mathematics and levels of physical fitness. A cross-curricular quantitative non-experimental study was designed from a database of the results the 2011 Simce mathematics test for 8th grade students in Chile. A sample of 18,363 students was selected for the study. There were significant associations between all of the physical condition variables and levels of academic performance in mathematics, with the variable associated with the abdominal muscle strength test, which demonstrated the highest scores of all the tests. The results demonstrate the benefits of physical activity in achieving strong academic performance and highlight the need to develop a new concept of physical activity, valuing its importance in learning and academic achievement.*

**Key words:** Physical activity, academic performance, knowledge, cognitive development, physical education (Unesco Social Science Thesaurus).

## Condição física e sua vinculação com o rendimento acadêmico em estudantes chilenos

• **Resumo (analítico):** *O propósito deste estudo foi determinar a associação entre o logro acadêmico em matemáticas e as variáveis da condição física. Foi delineado um estudo de tipo qualitativo não experimental a partir das bases de dados da prova Simce 2011, para os estudantes de 8° básico do Chile. A amostra selecionada foi de 18.363 estudantes. Todas as variáveis da condição física mostraram associações significativas com a variável “rendimento acadêmico” em matemáticas, sendo a variável “potência muscular” associada ao teste de abdominais, a que mostrou as maiores pontuações. Os resultados mostram o rol relevante da atividade física no rendimento acadêmico. Nesse sentido se faz necessário gerar um novo olhar respeito da atividade física, que permita valorar sua importância na produção de aprendizagens e nos logros acadêmicos.*

**Palavras-chave:** Atividade física, rendimento acadêmico, conhecimento, desenvolvimento cognitivo, educação física (Thesaurus de Ciências Sociais da Unesco).

–1. Introducción. –2. Estado del arte. –3. Métodos y sujetos. –3.1 instrumentos. –3.2 procedimientos de análisis de datos. –3.3 análisis estadísticos. –4. Resultados. –5. Discusión. –6. Conclusiones. –Lista de referencias.

### 1. Introducción

La educación chilena ha puesto énfasis en la aplicación de pruebas estandarizadas, con la finalidad de medir los logros de aprendizaje obtenidos por los alumnos y alumnas que hacen uso del sistema escolar (Bravo, 2011, Mineduc, 2011b). Evidenciar el rendimiento académico, entendido como el cumplimiento de las metas, logros u objetivos establecidos en el programa o asignatura que está cursando un estudiante (Vélez van Meerbeke & Roa-González, 2005) se ha convertido en la opción prioritaria educativa nacional (Romero & Lauretti, 2006).

La asignatura de Educación Física forma parte del currículo educacional chileno y se incorpora al sistema de mediciones estandarizadas en el año 2001; y, previa

promulgación de la ley del Deporte, el Ministerio de Educación establece un Sistema Nacional de Medición de la Calidad de la Educación Física y Deportiva, para ser aplicado al finalizar la Educación Básica (Mineduc, 2011a). El principal objetivo es obtener un diagnóstico de la condición física del estudiantado de 8° básico, y a partir de sus resultados, reflexionar acerca de las prácticas pedagógicas del profesorado de Educación Física y elaborar planes de acción destinados a promover la actividad física y un estilo de vida saludable del estudiantado (Mineduc, 2011a).

La prueba Simce de Educación Física se concibe como un sistema de medición exclusivo de la variable condición física. La evidencia empírica (Daniels, 2009, Demirci, Engin & Özmen, 2012, Donnelly & Lambourne, 2011,

Lambourne, Hansen, Szabo, Lee, Herrmann, & Donnelly, 2013, Montero, 2008, Rasberry et al., 2011, Spitzer & Hollmann, 2013, Tomporowski, Lambourne & Okumura, 2011), señala que factores relacionados con esta variable son fundamentales e impactan en el rendimiento académico, en especial la variable resistencia cardiovascular.

Lo anterior es respaldado por las investigaciones en neurociencia. Sus hallazgos sugieren que el ejercicio físico y sus beneficios en la función cognitiva han sido vinculados con el aumento de la secreción de factores neurotróficos derivados del cerebro (BDNF: brain derived neurotrophic factor). Esto, junto a otros factores de crecimiento que estimulan la neurogénesis, aumentan la resistencia al daño cerebral, mejoran la capacidad de aprendizaje y potencian el desarrollo mental (Adlard & Cotman, 2004, Adlard, Perreau, Engesser-Cesar & Cotman, 2004, Berchtold, Castello & Cotman, 2010, Cotman & Berchtold, 2002, Farmer, Zhao, Van Praag, Wodtke, Gage & Christie, 2004, Griesbach, Hovda, Molteni, Wu & Gómez-Pinilla, 2004). Además, numerosos estudios plantean una relación directa de la actividad física y el rendimiento académico (Best, 2010, Demirci et al., 2012, Donnelly et al., 2009, Donnelly & Lambourne, 2011, Harrington, 2013, Howie & Pate, 2012, Kibbe et al., 2011, Kwak, Kremers, Bergman, Ruiz, Rizzo & Sjöström, 2009, Lambourne et al. (2013), Pirrie & Lodewyk, 2012, Rasberry et al., 2011, Spitzer & Hollmann, 2013), en especial, la variable cardiovascular (Van Dusen, Kelder, Kohl, Ranjit & Perry, 2011) planteada como condición física funcional en la prueba Simce de Educación Física.

La literatura internacional evidencia estudios sobre determinantes de la condición física y el rendimiento académico y cognición, principalmente en Europa y Estados Unidos (Bartholomew & Jowers, 2011, Gapin, Labban & Etnier, 2011, Gómez-Pinilla, 2011, Hillman, Kamijo & Scudder, 2011, Mahar, 2011, Morabia & Costanza, 2011). La literatura nacional, con base en resultados de la prueba Simce de Educación Física (Mineduc, 2011a), muestra resultados alarmantes en la condición física del estudiantado, por ejemplo, 1 de

cada 10 alumnos y alumnas (9,2%) de octavo básico evaluados, tiene una condición física “satisfactoria” (Mineduc, 2011a).

Lo planteado anteriormente hace necesario investigar estos factores en la realidad chilena y su relación con el rendimiento académico. Desde este punto de vista, la presente investigación busca: (a) identificar el aporte de los factores de la condición física planteados por Simce, que se relacionan con un mejor rendimiento académico del estudiantado chileno; y (b) generar una nueva perspectiva teórica del ejercicio físico, como un elemento generador de aprendizajes que se almacenan en la memoria de largo plazo. Esta nueva mirada teórica permitirá plantear su importancia en el cuidado de la salud, y también generará una valoración de esta disciplina en la producción de aprendizajes y mejoras en los logros académicos.

## 2. Estado del arte

El gobierno de Chile, a partir del año 2010, comienza un proceso de evaluación de la aptitud física del colectivo de estudiantes de octavo año básico. Una primera medición de características de pilotaje permitió introducir mejoras en la medición del año 2011, que fue aplicada a una muestra representativa de 28.649 alumnos y alumnas de 669 establecimientos a lo largo del país, y cuyo objetivo principal fue obtener un diagnóstico de la condición física de los sujetos escolares.

Los resultados obtenidos manifestaron niveles preocupantes, principalmente en las variables antropométricas (IMC); los resultados indican que, del total de niños y niñas, el 59% tiene un IMC normal, mientras que un 41% presenta sobrepeso u obesidad.

La distribución según sexo muestra que el 56% de las mujeres y el 62% de los hombres tienen un IMC normal, mientras que un 44% y un 38%, respectivamente, presentan sobrepeso u obesidad.

Es importante mencionar que en la medida en que una persona incrementa su IMC de rango normal a sobrepeso u obesidad, aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes, osteoartritis y enfermedades renales (Mineduc, 2011a).

Por otra parte, los resultados relacionados con la variable de capacidad aeróbica revelan que del total de los alumnos y alumnas, el 92% se encuentra en el nivel de condición física inadecuada. Si se observa la distribución según sexo, el 97% de las mujeres y el 86% de los hombres, tienen esa condición (Mineduc, 2011a).

Frente a este panorama, existe la necesidad de originar una nueva mirada a la asignatura de educación física, que carece de importancia en la malla curricular; no cabe duda de que nuestro sistema educativo ha presentado un estrechamiento curricular significativo para mejorar los resultados de Simce de lenguaje y matemáticas, postergando las asignaturas relacionadas con la actividad física y las artes. Esta nueva mirada científica y objetiva se debe orientar a la entrega de evidencia empírica que permita demostrar que la actividad física tiene directa relación con el rendimiento académico.

La investigación en el mundo ha demostrado un gran número de beneficios relacionados con actividad física saludable, beneficios que van desde la mejora en la calidad de vida de niños y niñas con síndrome de Down (Agiovlasitis, Beets, Motl & Fernhall, 2012, Angulo-Barroso, Burghardt, Lloyd & Ulrich, 2008, Felix, Bandeira & Lopes, 2013, Casajus, Pueyo, Vicente-Rodríguez & González-Agüero, 2012, Mosso et al., 2011, Cuesta-Vargas, Paz-Lourido & Rodriguez, 2011, Ordóñez & Rosety-Rodríguez, 2007, Lin & Wuang, 2012, McKay & Angulo-Barroso, 2006, Mendonca, Pereira & Fernhall, 2011, Pitetti, Baynard & Agiovlasitis, 2013, Shields, Taylor & Dodd, 2008), prevención de patologías cardiovasculares (Bull, 2011, Cook, 2005, Darren & Warburton, Charlesworth, Ivey, Nettlefold & Bredin, 2007, Nocon, Hiemann, Müller-Riemenschneider, Thalau, Roll & Willich, 2008, Sofia, Capalboa, Cesaria, Abbatea, & Gensini, 2008, Steyn, et al., 2005, Warburton, Charlesworth, Ivey, Nettlefold & Bredin, 2010), y enfermedades crónicas no transmisibles (OMS, 2002a, 2002b, 2004, 2007, 2009, 2005), hasta el aumento de factores neurotróficos a nivel cerebral que retardan la apoptosis neural y favorecen la plasticidad neuronal, elemento esencial en el tratamiento

de enfermedades como el Alzheimer (Cotman & Berchtold, 2002). Además, se nos presenta un poderoso elemento explicativo de la acción de la actividad física en el rendimiento académico (Berchtold et al., 2010, Brusseau & Hannon, 2015, Meir, 2007, Trejo, Jasso, Mollinedo & Balderas, 2012, Navarro-Aburto & Osses, 2015a, Navarro-Aburto & Osses, 2015b, Phillips, Hannon & Castelli, 2015, Van Dusen et al., 2011).

En contraposición a los beneficios de la actividad física, se manifiesta que una vida sedentaria generará un deterioro en la calidad de ésta; uno de ellos es el aumento en los niveles de estrés por el incremento de corticosterona a nivel del hipocampo cerebral, lo que se traduce en la disminución de la proteína BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor), proteína asociada a la protección neuronal y facilitación de la neuroplasticidad (Adlard & Cotman, 2004).

La OMS (2013) ha observado que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial (6% de las muertes registradas en todo el mundo). Además, se estima que la inactividad física es la causa principal de aproximadamente un 21% a 25% de los cánceres de mama y de colon, el 27% de los casos de diabetes y aproximadamente el 30% de la carga de cardiopatía isquémica.

Luego de esta mirada general de los beneficios de la actividad física, resulta importante observar la evidencia científica relacionada con el ejercicio y su relación con la mejora en los logros de aprendizaje.

Para Lambourne et al. (2013), que realizaron un estudio con 684 estudiantes de segundo y tercer grado, correlacionando la actividad física con el rendimiento académico en matemáticas, los resultados obtenidos indicaron que la actividad física ejerce una influencia significativa en el logro en matemáticas.

Según Spitzer y Hollman (2013), quienes realizaron una investigación experimental del efecto del ejercicio físico en la atención, en el rendimiento pro-social y académico en el entorno escolar en escuelas alemanas, y en niños y niñas de sexto grado, se obtuvo como resultado que los niños y las niñas mejoraban la concentración, el comportamiento y el

rendimiento académico; también se observó que los alumnos y alumnas mostraban más compromiso con las lecciones escolares. Por último, a la luz de estos resultados, en las escuelas estudiadas la actividad física generó cambios a nivel curricular.

En un estudio de diseño longitudinal se observó y evaluó la incorporación de la actividad física en la asignatura de matemáticas, lo que arrojó como resultado mejoras en la función cognitiva (Rasberry et al., 2011).

Algunas investigaciones basadas en revisiones bibliográficas sobre la evidencia empírica, acerca de la relación existente entre la actividad física y el rendimiento académico, han llegado a la conclusión de que existe asociación entre la actividad física y el rendimiento académico. Una de ellas, realizada por Rasberry et al. (2011), quienes generaron una revisión de bases de datos recolectando cincuenta artículos que cumplieran con las exigencias de la investigación, los resultados arrojaron que en todos los estudios hubo asociaciones entre la actividad física y el rendimiento académico, lo que supone medidas de rendimiento académico, comportamiento académico y cognitivo, y habilidades y actitudes. Algo más de la mitad (50,5%) de todas las asociaciones examinadas fueron positivas, 48% no significativas, y el 1,5% negativas.

Por último Daniels (2009), en un estudio realizado en Suecia, exploró las relaciones entre la actividad física y el rendimiento académico. En este estudio también se evaluó si dicha asociación podría estar mediada por la condición física. Los investigadores e investigadoras encontraron que el rendimiento académico se asoció con la actividad física vigorosa en las niñas y en los niños; el logro académico se asoció con la salud física, no así con el nivel de actividad física de los niños y niñas. Estos resultados sugieren que la actividad física y la condición física pueden ser beneficiosas para el rendimiento escolar.

La evidencia científica indica claramente que una mejora en la calidad y en la cantidad de actividad física de las instituciones educativas, no solamente permitirá mejorar las condiciones resumidas en la última encuesta nacional de salud (Minsal, 2009, 2010) y estimulará una

mejora en el rendimiento académico de los individuos escolares.

Lo anterior lo confirma la investigación médica para Burrows, Díaz, Sciaraffia, Gattas, Montoya y Lera (2008), quien realizó un estudio en 11 establecimientos educativos de la ciudad con niños y niñas de primero básico (1136) y adolescentes de primero medio (1746); en primer lugar, realizó una medición antropométrica, luego aplicó una encuesta de hábitos alimentarios y de actividad física y, por último, una encuesta de ingesta calórica.

A la luz de los resultados obtenidos se manifiesta que las políticas dirigidas a mejorar la calidad de alimentación están teniendo efectos en los establecimientos educacionales independientes de la dependencia administrativa, pero es importante generar una continuidad y mejora de los programas.

Además, manifiesta que los tiempos orientados a la práctica de actividad física están por debajo de lo recomendado, por lo cual, es necesario aumentarlos a un mínimo ideal de 3,5 horas semanales, con una actividad física planificada y de calidad que permita proteger la salud de los niños y niñas.

Además, en el mismo estudio Burrows et al. (2008) plantean que:

La dieta y los estilos de vida occidentales estarían regulando la expresión genética de las enfermedades crónicas asociadas a la obesidad. En niños, la obesidad se ha cuadruplicado en los últimos 20 años. En preescolares, en cambio, la obesidad aumentó de 5,7% a 11,6% entre los años 2000 y 2004. Por otro lado, estudios clínicos señalan que el 30% de los niños y niñas que consultan por obesidad, presentan el síndrome metabólico de resistencia insulínica (SMRI).

Por otra parte, se encuentra una mirada empírica fundamental en la relación de la actividad física y el rendimiento académico; esta mirada está dada por la neurociencia.

Según la neurociencia, el ejercicio físico y sus beneficios en la función cognitiva han sido vinculados a una mayor secreción de factores neurotróficos derivados del cerebro (BDNF: Brain Derived Neurotrophic Factor), junto a otros factores de crecimiento que estimulan la neurogénesis, aumentan la resistencia al

trauma, mejoran la capacidad de aprendizaje y potencian el desarrollo mental (Cotman & Berchtold, 2002).

Si bien el tema prioritario de esta investigación es la relación entre la aptitud física y el rendimiento académico, los resultados que se obtengan en este estudio podrán ser utilizados como elementos de diagnóstico para la toma de decisiones de los diferentes establecimientos educacionales, que posibilite corregir la aptitud física de los sujetos escolares y favorecer la salud y el rendimiento académico. Se necesitará, entonces, generar un proyecto de mejoramiento en el rendimiento de sus estudiantes, identificando un estándar mínimo para el área de educación física, que

impacte en las áreas relevantes en el proceso de formación de sus alumnos y alumnas.

### 3. Métodos y sujetos

Desarrollamos una investigación cuantitativa no experimental, descriptiva y comparativa, con una muestra conformada por 18.363 niños y niñas de todo el país, que en 2011 cursaban el octavo año básico, de los cuales 9.390 son hombres (51,7%) y 8.973 mujeres (48,3%) tabla 1. El instrumento de medición es el Simce de Educación Física y los análisis estadísticos fueron realizados con el software estadístico Stata.

**Tabla 1.** Descriptivos generales del total de la muestra en cuanto a frecuencia de la variable género.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Hombre	9.390	51,7	51,7	51,7
	Mujer	8.973	48,3	48,3	100
	Total	18.363	100	100	
Perdidos	Sistema	0	0		
Total		18.363	100		

*Fuente:* Elaboración propia.

#### 3.1 Instrumentos

En el año 2011 aplicamos la evaluación oficial Simce de Educación Física, que incluyó algunas modificaciones en relación con la primera evaluación piloto del año 2010. Entre estas modificaciones se encuentran ajustes en la prueba de abdominales y la incorporación de la medición del perímetro de la cintura, y en la prueba de flexo-extensión de codos.

La evaluación Simce de Educación Física la aplicamos entre el 7 y el 30 de noviembre de 2011, a estudiantes de 8° básico, distribuidos en 669 establecimientos a lo largo del país (Mineduc, 2011a).

Simce de educación física evaluó la condición física según cuatro variables; éstas fueron:

- Antropometría (IMC y perímetro cintura cadera)

- Rendimiento muscular: fuerza y resistencia (abdominales cortos, salto a pies juntos y flexo-extensión de codos).
- Flexibilidad (Flexión de tronco adelante Wells-Dillon adaptado).
- Resistencia cardiorrespiratoria (Test de Cafra, Test de Navette).

#### 3.2 Procedimientos de Análisis de datos

a) Generamos quintiles para los resultados en los test de abdominales, flexibilidad, y resistencia cardiovascular, en donde el quintil 1 agrupa los peores rendimientos y el quintil 5 agrupa los mejores rendimientos en los test.

**Tabla 2.** Quintiles puntajes altos y bajos.

		Frecuencia
Grupo	1	Puntajes altos
Grupo	2	Puntajes bajos

**Fuente:** Elaboración propia.

b) Creamos variables extremas para examinar el puntaje promedio en matemáticas del grupo 1 bajo rendimiento en los test de abdominales flexibilidad y resistencia cardiovascular, y del grupo 5, que representa el puntaje alto rendimiento en los test de abdominales, flexibilidad y resistencia cardiovascular. La operacionalización de la variable genera 2 grupos: el 0 bajo rendimiento y el 1 alto rendimiento.

**Tabla 3.** Variables extremas.

		Frecuencia
Grupo	0	Bajo rendimiento
Grupo	1	Alto rendimiento

**Fuente:** Elaboración propia.

c) Por último, la variable composición corporal (IMC) fue dividida en dos grupos como producto de la homogeneidad de la muestra; por lo tanto, el grupo 0 está compuesto por los estudiantes y las estudiantes que presentan IMC normal y bajo, y el grupo 1 por los alumnos y alumnas con sobrepeso y obesidad.

**Tabla 4.** Grupos IMC.

		Frecuencia
Grupo	0	Normal y bajo
Grupo	1	Sobrepeso y obesidad

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3 Análisis estadístico

Realizamos análisis estadísticos descriptivos para conocer la distribución y la frecuencia de los datos (promedio, DS).

Además, aplicamos pruebas estadísticas inferenciales paramétricas test para muestras independientes, con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas entre las medias del rendimiento académico en matemáticas del grupo 0 bajo rendimiento en los test físico, y el grupo 1 que representa los puntajes alto rendimiento en la pruebas físicas.

Consideramos significativo un  $p < 0,05$ . Para los análisis utilizamos el paquete estadístico Stata.

## 4. Resultados

### 4.1 Descriptivos generales

La muestra correspondió a 18.363 estudiantes de octavo año básico, de los cuales 9.390 son hombres (51,7%) y 8.973 mujeres (48,3%), (tabla 1).

### 4.2 Resultados ttest en relación con la variable resistencia y potencia muscular

#### Test de abdominales

Los resultados en relación con la variable resistencia y potencia muscular representados por el test de abdominales, en correspondencia con el promedio rendimiento académico en matemáticas del grupo 0; alto rendimiento en la variable potencia y resistencia muscular de la condición física expresadas en el Simce de educación física, y el promedio en rendimiento académico en matemáticas del grupo 1; bajo rendimiento en la variable potencia y resistencia muscular de la condición física expresadas Simce de Educación física mostraron una significancia estadística de  $\Pr(|T| > |t|) = 0.0000$  (tabla 5).

**Tabla 5.** *ttest ptje\_mat, by(abstext).*

		Frecuencia	Medias	Des. estándar
Grupo	0	11163	263.7617	48.52056 .
Perdidos	1	3577	247.2047	46.3641
Combined		14740	259.7438	48.52654
Diferencias			16.55693	
Pr( T  >  t ) = 0.0000				

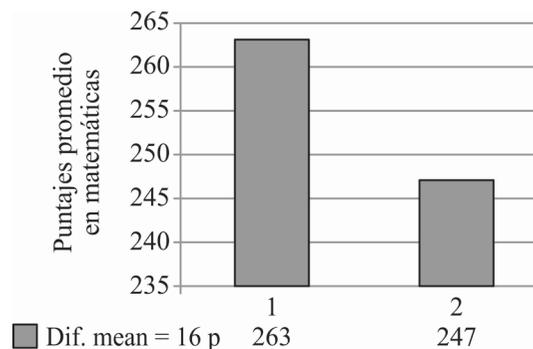
**Fuente:** Elaboración propia.

Además, la diferencia de medias fue de 16 puntos, es decir, los estudiantes y las estudiantes con mejores resultados en la prueba de abdominales presentan 16 puntos

más en promedio en el logro académico en matemáticas, en relación con los estudiantes con bajos rendimientos en la prueba de abdominales (gráfico 1).

**Gráfico N° 1.** *Diferencias de medias en los grupos extremos para la variable resistencia abdominal en relación con el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas.*

**Fig. 1. Diferencias de medias test abdominales**



### **4.3 Resultados ttest en relación con la variable resistencia cardiovascular**

Los resultados en relación con la variable resistencia cardiovascular representados por el test de navette en correspondencia al puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 0; alto rendimiento en la variable resistencia cardiovascular de la condición física expresadas en el Simce de educación física y el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 1; bajo rendimiento en la variable

resistencia cardiovascular de la condición física expresadas SIMCE de Educación física mostraron una significancia estadística de  $Pr(|T| > |t|) = 0.0000$  (tabla 6).

**Tabla 6.** *ttest ptje\_mat, by(navetteext).*

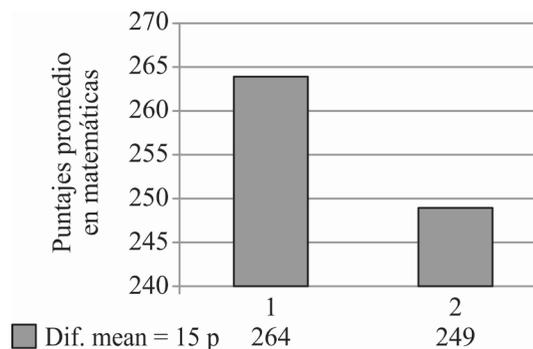
		Observados	Medias	Des. estándar
Grupo	0	5843	264.4602	49.92433 .
Perdidos	1	4108	249.3421	45.99382
Combined		9951	258.2191	48.90786
Diferencias		15.11803		
Pr( T  >  t ) = 0.0000				

**Fuente:** Elaboración propia.

Además, se muestra una diferencia de medias de 15 puntos, es decir, los estudiantes con mejores resultados en la prueba test de navette presentan 15 puntos más en promedio en

el logro académico en matemáticas en relación con los estudiantes con bajos rendimientos en el test navette (gráfico 2).

**Gráfico N° 2.** *Diferencias de medias grupos extremos en relación con la variable resistencia cardiovascular representados por el test de navette en correspondencia al puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas.*

**Fig. 2. Diferencias de medias test navette**

#### **4.4 Resultados ttest en relación a la variable flexibilidad**

Los resultados en relación con la variable flexibilidad representados por el ttest de extensión de tronco en correspondencia con el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 0; alto rendimiento en la variable flexibilidad de la condición física expresadas en el Simce de educación física y el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 1; bajo rendimiento en la variable flexibilidad de la condición

física expresadas Simce de Educación física mostraron una significancia estadística de  $\Pr(|T| > |t|) = 0.0000$  (tabla 7).

**Tabla 7.** *ttest ptje\_mat, by(extenext).*

		Observados	Medias	Des. estándar
Grupo	0	3721	264.7798	48.68793 .
Perdidos	1	4030	255.6068	48.38167
Combined		7751	260.0104	48.74176
Diferencias			9.173009	
Pr( T  >  t ) = 0.0000				

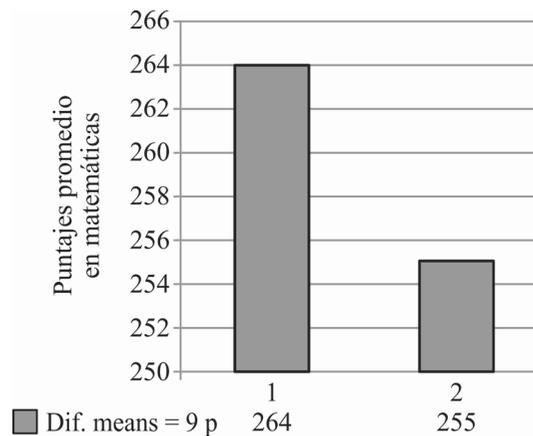
**Fuente:** *Elaboración propia.*

Además, se muestra una diferencia de medias de 9 puntos, es decir, los estudiantes con mejores resultados en la prueba test de extensión de tronco presentan 9 puntos

más en promedio en el logro académico en matemáticas en relación con los estudiantes con bajos rendimientos en el test extensión de tronco (gráfico 3).

**Gráfico N° 3.** *Diferencias de medias de los grupos extremos en relación con la variable flexibilidad representados por el test de extensión de tronco en correspondencia con el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas.*

**Fig. 3.** *Diferencias de medidas test ext.tronco*



**4.5 Resultados ttest en relación a la variable composición corporal.**

Los resultados en relación con la variable composición corporal representados por la medición de IMC en correspondencia con el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 0; IMC normal expresado en el Simce de educación física y el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas del grupo 1; IMC sobrepeso-

obesidad expresado en el Simce de Educación física mostraron una significancia estadística de  $Pr(|T| > |t|) = 0.0000$  (tabla 8).

**Tabla 8.** *ttest ptje\_mat, by(SP\_OB).*

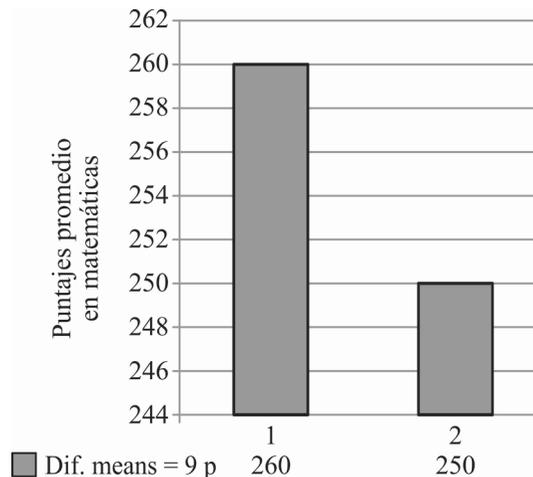
		Observados	Medias	Des. estándar
Grupo	0	14519	260.3181	48.78111 .
Perdidos	1	3779	250.9847	45.91657
	Combined	18298	258.3905	48.35009
	Diferencias		9.333382	
Pr( T  >  t ) = 0.0000				

**Fuente:** Elaboración propia.

Además, se muestra una diferencia de medias de 9 puntos, es decir, los estudiantes con IMC normal presentan 9 puntos más en

promedio en el logro académico en matemáticas en relación con los estudiantes con sobrepeso-obesidad (gráfico 4).

**Gráfico N° 4.** *Diferencias de medias de los grupos extremos en relación con la variable estado nutricional representados por el peso y la altura en correspondencia con el puntaje promedio del rendimiento académico en matemáticas.*

**Fig. 4.** Diferencias de medias com. corporal

## 5. Discusión

El estudio de la asociación de la actividad física y el rendimiento académico en Chile, y del movimiento como generador de aprendizajes que se almacenan a nivel del hipocampo y que pueden estar ligados con aprendizajes duraderos y significativos, se encuentra en su fase exploratoria aún lejos de transformarse en teoría explicativa del fenómeno. Es más, se podría afirmar que sólo existen trozos de

teorías con apoyo empírico. Es aquí en donde radica la importancia de esta investigación y de los resultados obtenidos, debido a que aprender a través del movimiento resolviendo determinadas tareas es la base de los procesos cognitivos. La obtención de conocimiento a través de los sentidos y las actividades físicas y motoras constituyen un proceso y se encuentran estrechamente conectadas entre sí.

Lo anterior tiene concordancia con los planteamientos de la neurociencia, que sugieren

una relación entre el movimiento y la función cognitiva, planteando un nuevo enfoque en la evolución de los mecanismos de plasticidad neuronal que son activados por el movimiento (actividad física) (Adlard & Cotman, 2004, Adlard, Perreau & Cotman, 2005, Cotman & Berchtold, 2002, Farmer et al., 2004).

De acuerdo con esto y con la evidencia mostrada en los resultados, se observa que los alumnos y las alumnas chilenos muestran asociaciones significativas en las variables de la condición física manifestadas en el Simce de educación física, en relación con el rendimiento académico del Simce educación matemáticas; por lo tanto, los resultados de la presente investigación sugieren que la actividad física puede ser beneficiosa para el rendimiento escolar, tal como lo plantea la evidencia científica mundial (Bartholomew & Jowers, 2011, Donnelly & Lambourne, 2011, Lambourne et al., 2013, Morabia & Costanza, 2011, Rasberry et al., 2011, Spitzer & Hollmann, 2013, Tomporowski et al., 2011).

En cuanto a las variables del constructo condición física Simce, la flexibilidad, la resistencia y la potencia muscular mostraron asociaciones significativas con el rendimiento académico en matemáticas, mostrándose diferencia de medias entre los sujetos estudiantes con buenos resultados y con malos resultados en los test de abdominales, expresándose diferencias estadísticamente significativas; esto difiere en cuanto a los resultados de Van Dusen et al. (2011), quienes estudiaron las posibles asociaciones entre la actividad física y el rendimiento académico en Texas, Estados Unidos, con 254.000 estudiantes que respondieron una prueba de rendimiento académico estandarizada (Task), similar al Simce en lenguajes y matemáticas aplicado en Chile. Relacionamos los resultados con datos de una prueba estandarizada de estado físico de los individuos estudiantes, conocida como Fitnessgram.

En los resultados de Van Dusen se hallaron asociaciones entre flexibilidad, potencia y resistencia muscular, pero no fueron significativas, a diferencia del presente estudio en el cual las variables alto rendimiento y bajo rendimiento en flexibilidad, potencia y

resistencia muscular, presentaron diferencia promedio estadísticamente significativa en relación con el rendimiento académico en matemáticas; es decir, para Chile, de acuerdo con la presente investigación, estas variables podrían generar mejoras en los logros académicos, a diferencia de Estados Unidos.

En cuanto a la variable composición corporal medida a través de IMC (índice de masa corporal), los resultados manifestaron que los niños y las niñas con IMC normal presentan diferencias promedio significativas en rendimiento en matemáticas, en relación con los niños y las niñas con IMC sobrepeso y obesidad. Estos hallazgos coinciden con (Davis & Cooper, 2011), quienes realizaron una investigación experimental, en la cual el sobrepeso fue medido con IMC (índice de masa corporal), en la que encontraron que la actividad física inferior a una hora semanal es atribuible a una persona sedentaria, midiendo además la capacidad física y el nivel de adiposidad. En cuanto a los aspectos cognitivos, consultamos a los padres y madres acerca del comportamiento y rendimiento académico de los niños y niñas.

Davis observó que la actividad física se relaciona con mejor cognición, comportamiento y rendimiento académico, mientras que el peso (IMC normal) se relaciona con mejoras en las funciones ejecutivas y mejor rendimiento en matemáticas; esto coincide con el presente estudio, en cuanto a que la variable composición corporal presentó diferencias promedio estadísticamente significativas; es decir, para Chile, según la presente investigación, esta variable podría generar mejoras en los logros académicos.

Por último, analizamos la variable resistencia cardiovascular, que es medida en el SIMCE de educación física a través del test de navette, y que representa la condición física funcional, es decir, la capacidad fisiológica de una persona para realizar el trabajo físico.

Los resultados indican que los niños y las niñas con una buena resistencia cardiovascular presentan diferencias promedio significativas en concordancia con el rendimiento en matemáticas, en relación con aquellos niños y niñas con una deficiente resistencia cardiovascular; estos hallazgos coinciden

con Van Dusen et al. (2011), que estudió las posibles asociaciones entre la actividad física y el rendimiento académico en Texas, Estados Unidos, a través de TSK (matemáticas y lenguaje) y Fitnessgram (prueba de condición física).

En los resultados de Van Dusen se encontraron asociaciones significativas entre resistencia cardiovascular y rendimiento académico en matemáticas; esto coincide con el presente estudio en el cual la buena condición física funcional se asocia a buenos resultados en matemáticas; por el contrario, la mala condición física funcional se asocia a bajos rendimientos en matemáticas; es decir, para Chile, según la presente investigación, estas variables podrían generar mejoras en los logros académicos al igual que en Estados Unidos.

## 6. Conclusiones

Plantear que la práctica regular de ejercicio físico es un factor que condiciona el rendimiento académico pudiese ser motivo de controversia, y además ser considerado un argumento idealizado e irreal; declarar que la condición física es un elemento que favorece el aprendizaje significativo –considerado el santo grial del sistema educativo chileno– pudiese resultar desconcertante, en una realidad en la cual la presión para niños y niñas por obtener mejoras en el logro académico se ha transformado en la principal política educativa. Tanto maestros como directivos han sucumbido en la limitación de los tiempos de actividades consideradas meramente recreativas, orientando los procesos educativos al aumento de los tiempos en el aula.

Un cambio de paradigma y el nacimiento de un modelo teórico que plantee la importancia de la actividad física en los procesos cognitivos es esencial, y ha sido la inspiración de la presente investigación, indagando la evidencia científica a nivel mundial que respalda estas hipótesis; además, se generó el análisis de la realidad nacional con el objetivo de presentar evidencia empírica de la situación chilena. A la luz de lo analizado se puede manifestar, a modo de conclusión, que una nueva perspectiva teórica científica de la actividad física como un elemento generador de aprendizajes que

se almacenan en la memoria de largo plazo, resulta fundamental. Además, es preciso manifestar frente a los preocupantes resultados presentados por el Simce de educación física y la encuesta nacional de salud en Chile, que hay la necesidad de crear una nueva mirada a la asignatura de educación física y sus propuestas curriculares, mirada que permita plantear su importancia en el cuidado de la salud y que también genere una valoración de esta disciplina en la producción de aprendizajes y mejoras en los logros académicos; esta nueva mirada forjará la apreciación del ejercicio físico como un elemento vital y de suma importancia en el currículo educativo nacional, generando una articulación de disciplinas con el objetivo de producir mejoras en los individuos estudiantes a nivel fisiológico y cognitivo, lo que producirá efectos positivos para la salud escolar y el rendimiento académico.

## Lista de referencias

- Adlard, P. & Cotman, C. (2004). Voluntary exercise protects against stress-induced decreases in brain-derived neurotrophic factor protein expression. *Neuroscience*, 124 (4), pp. 985–992. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2003.12.039>.
- Adlard, P., Perreau, V. & Cotman, C. (2005). The exercise-induced expression of BDNF within the hippocampus varies across life-span. *Neurobiology of aging*, 26 (4), pp. 511–520.
- Adlard, P., Perreau, V., Engesser-Cesar, C. & Cotman, C. (2004). The timecourse of induction of brain-derived neurotrophic factor mRNA and protein in the rat hippocampus following voluntary exercise. *Neuroscience Letters*, 363 (1), pp. 43–48. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2004.03.058>.
- Agiovlasitis, S., Beets, M., Motl, R. & Fernhall, B. (2012). Step-rate thresholds for moderate and vigorous-intensity activity in persons with Down syndrome. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15 (5), pp. 425–430. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2012.03.001>.

- Angulo-Barroso, R., Burghardt, A., Lloyd, M. & Ulrich, D. (2008). Physical activity in infants with Down syndrome receiving a treadmill intervention. *Infant Behavior and Development*, 31 (2), pp. 255–269. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.10.003>.
- Bartholomew, J. & Jowers, E. (2011). Physically active academic lessons in elementary children. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 51–54. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.017>.
- Berchtold, N., Castello, N. & Cotman, C. (2010). Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. *Neuroscience*, 167 (3), pp. 588–597. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.02.050>.
- Best, J. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30 (4), pp. 331–351. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>.
- Bravo, J. (2011). Simce: Pasado, Presente y futuro del sistema nacional de Evaluación. *Revista de Estudios Públicos*, 123, pp. 189–211.
- Brusseau, T. & Hannon, J. (2015). Impacting Children's Health and Academic Performance through Comprehensive School Physical Activity Programming. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 7, pp. 441–450.
- Bull, F. & Bauman, A. (2011). Physical Inactivity: The “Cinderella” Risk Factor for Noncommunicable Disease Prevention. *Journal of Health Communication: International Perspectives*, 16 (sup 2), pp. 13–26.
- Burrows, R., Díaz, E., Sciaraffia, V., Gattas, V., Montoya, A. & Lera, L. (2008). Hábitos de ingesta y actividad física en escolares, según tipo de establecimiento al que asisten. *Revista Médica de Chile*, 136, pp. 53–63.
- Casajus, J., Pueyo, D., Vicente-Rodríguez, G. & González-Agüero, A. (2012). Mejoras de la condición cardiorrespiratoria en jóvenes con síndrome de Down mediante entrenamiento aeróbico: Estudio longitudinal. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 47 (174), pp. 49–54. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2011.06.003>.
- Cook, I. & Lambert, E. (2005). Relationship between adiposity and pedometer-assessed ambulatory activity in adult, rural African women. *International Journal of Obesity*, 32, pp. 1327–1330.
- Cotman, C. & Berchtold, N. (2002). Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25 (6), pp. 295–301. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2236\(02\)02143-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2236(02)02143-4).
- Cuesta-Vargas, A., Paz-Lourido, B. & Rodríguez, A. (2011). Physical fitness profile in adults with intellectual disabilities: Differences between levels of sport practice. *Research in Developmental Disabilities*, 32 (2), pp. 788–794. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2010.10.023>.
- Daniels, S. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of Pediatrics*, 155 (6), pp. 914–918. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.10.022>.
- Darren, E., Warburton, P., Ryan, E. & Roy, J. (2007). Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. Canadian Public Health Association. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 32, pp. 36–68.
- Davis, C. & Cooper, S. (2011). Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among overweight children: Do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes? *Preventive Medicine*, 52, (Supplement 0), pp. 65–69. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.020>.
- Demirci, N., Engin, A. & Özmen, A. (2012). The Influence of Physical Activity Level on the Children's Learning Ability of Disabled Children Having Difficulties in Learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69 (0), pp. 1572–1578. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.100>.
- Donnelly, J., Greene, J., Gibson, C., Smith, B., Washburn, R., Sullivan, D. & Williams, S. (2009). Physical Activity Across

- the Curriculum (Paac): A randomized controlled trial to promote physical activity and diminish overweight and obesity in elementary school children. *Preventive Medicine*, 49 (4), pp. 336–341. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.022>.
- Donnelly, J. & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, (Supplement 0), pp. 36–42. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>.
- Farmer, J., Zhao, X., Van Praag, H., Wodtke, K., Gage, F. & Christie, B. (2004). Effects of voluntary exercise on synaptic plasticity and gene expression in the dentate gyrus of adult male sprague-dawley rats in vivo. *Neuroscience*, 124 (1), pp. 71–79. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2003.09.029>.
- Felix, B., Bandeira, F. & Lopes, J. (2013). Efetividade de um programa de intervenção com exercícios físicos em cama elástica no controle postural de crianças com Síndrome de Down Effectiveness of an intervention program with trampoline exercises in postural control of children with Down Syndrome. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 27 (2), pp. 217–223.
- Gapin, J., Labban, J. & Etnier, J. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: The evidence. *Preventive Medicine*, 52, (Supplement 0), pp. 70–74. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.022>.
- Gómez-Pinilla, F. (2011). The combined effects of exercise and foods in preventing neurological and cognitive disorders. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 75–80. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.023>.
- Griesbach, G., Hovda, D., Molteni, R., Wu, A. & Gómez-Pinilla, F. (2004). Voluntary exercise following traumatic brain injury: Brain-derived neurotrophic factor upregulation and recovery of function. *Neuroscience*, 125 (1), pp. 129–139. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2004.01.030>.
- Harrington, S. (2013). Relationships of objectively measured physical activity and sleep with BMI and academic outcomes in 8-year-old children. *Applied Nursing Research*, 26 (2), pp. 63–70. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apnr.2013.02.001>.
- Hillman, C., Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 21–28. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.024>.
- Howie, E. & Pate, R. (2012). Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *Journal of Sport and Health Science*, 1 (3), pp. 160–169. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2012.09.003>.
- Kibbe, D., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K., Schultz, A. & Harris, S. (2011). Ten Years of TAKE 10!®: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 43–50. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.025>.
- Kwak, L., Kremers, S., Bergman, P., Ruiz, J., Rizzo, N. & Sjöström, M. (2009). Associations between Physical Activity, Fitness, and Academic Achievement. *The Journal of Pediatrics*, 155 (6), pp. 914–918. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.06.019>.
- Lambourne, K., Hansen, D., Szabo, A., Lee, J., Herrmann, S. & Donnelly, J. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 6 (3), pp. 165–171. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.06.002>.
- Lin, H. & Wang, Y. (2012). Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, 33 (6), pp. 2236–2244. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2012.06.017>.
- Mahar, M. (2011). Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in

- elementary school children. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 60–64. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.026>.
- McKay, S. & Angulo–Barroso, R. (2006). Longitudinal assessment of leg motor activity and sleep patterns in infants with and without Down syndrome. *Infant Behavior and Development*, 29 (2), pp. 153–168. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infbeh.2005.09.004>.
- Meir, L. (2007). Quality Physical Intervention Activity for Persons with Down Syndrome. *The Scientific World Journal*, 7, pp. 7–19.
- Mendonca, G., Pereira, F. & Fernhall, B. (2011). Cardiac autonomic function during submaximal treadmill exercise in adults with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 32 (2), pp. 532–539. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2010.12.028>.
- Mineduc (2011a). *Informe de resultados de educación física Simce*. Santiago de Chile: Mineduc.
- Mineduc (2011b). *Orientaciones para la medición del Simce*. Santiago de Chile: Mineduc. Recuperado de: [http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/02/Folleto\\_de\\_Orientaciones\\_SIMCE\\_2011\\_8vo\\_Basico.pdf](http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/02/Folleto_de_Orientaciones_SIMCE_2011_8vo_Basico.pdf).
- Minsal (2009). *Encuesta Nacional de Salud*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- Minsal (2010). *Encuesta Nacional de Salud*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- Montero, J. (2008). La neuro–fenomenología: Una reflexión sobre las metodologías en primera persona en el estudio de la conciencia. *Universitas Philosophica*, 51, pp. 115–140.
- Morabia, A. & Costanza, M. (2011). Physical activity or academic achievement? Both! *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 1–2. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.05.009>.
- Mosso, C., Santander, P., Pettinelli, P., Valdés, M., Celis, M., Espejo, F. & Sepúlveda, F. (2011). Evaluación de una intervención en actividad física en niños con síndrome de Down. *Revista Chilena de Pediatría*, 82 (4), pp. 311–318.
- Navarro–Aburto, B. & Osses, S. (2015a). Hacia un paradigma de la actividad física como elemento articulador entre la salud y el aprendizaje. *Revista Salud Pública de México*, 57, pp. 3–4.
- Navarro–Aburto, B. & Osses, S. (2015b). Neurociencias y actividad física: Una nueva perspectiva en el contexto Educativo. *Revista Médica de Chile*, 143, pp. 950–951.
- Nocon, M., Hiemann, T., Müller–Riemenschneider, F., Thalau, F., Roll, S. & Willich, S. (2008). Association of physical activity with all–cause and cardiovascular mortality: A systematic review and meta–analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 15 (3), pp. 239–246.
- OMS (2002a). *Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud*. 57<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud. Resoluciones y decisiones, anexos. Resolución WHA57.17. *Informe sobre la salud en el mundo 2002: Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.
- OMS (2002b). Informe sobre la salud en el mundo 2002, Ginebra, Suiza.
- OMS (2004). *The global burden of disease, Department of Health Statistics and Informatics in the Information, evidence and research cluster of the World Health Organization*. Ginebra: World Health Organization.
- OMS (2007). *A guide for population–based approaches to increasing levels of physical activity: Implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- OMS (2009). *Global Health Risks Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Department of Health Statistics and Informatics in the Information, Evidence and Research Cluster of the World Health Organization. Ginebra: World Health Organization.
- OMS (2013). *Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen*

- alimentario, actividad física y salud. Recuperado de: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>.
- OMS (ed.) (2005). *Preventing Chronic Diseases. A Vital Investment: WHO Global Report*. Ginebra: OMS.
- Ordóñez, J. & Rosety-Rodríguez, M. (2007). Regular exercise attenuated lipid peroxidation in adolescents with Down's syndrome. *Clinical Biochemistry*, 40 (1-2), pp. 141-142. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2006.09.013>.
- Phillips, D., Hannon, J. & Castelli, D. (2015). Effects of Vigorous Intensity Physical Activity on Mathematics Test Performance. *Journal of Teaching in Physical Education*, 34, pp. 346-362.
- Pirrie, A. & Lodewyk, K. (2012). Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 5 (1), pp. 93-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mhpa.2012.04.001>.
- Pitetti, K., Baynard, T. & Agiovlasitis, S. (2013). Children and adolescents with Down syndrome, physical fitness and physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 2 (1), pp. 47-57. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2012.10.004>.
- Rasberry, C., Lee, S., Robin, L., Laris, B., Russell, L., Coyle, K. & Nihiser, A. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature. *Preventive Medicine*, 52, (Supplement 0), pp. 10-20. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.027>.
- Romero, R. & Lauretti, P. (2006). Integración educativa de las personas con discapacidad en Latinoamérica. *Educere*, 10, pp. 347-356.
- Shields, N. Taylor, N. & Dodd, K. (2008). Effects of a Community-Based Progressive Resistance Training Program on Muscle Performance and Physical Function in Adults With Down Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89 (7), pp. 1215-1220. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.056>.
- Sofia, S. Capalboa, A., Cesaria, F., Abbatea, R. & Gensini, G. (2008). Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 15, pp. 247-257.
- Spitzer, U. & Hollmann, W. (2013). Experimental observations of the effects of physical exercise on attention, academic and prosocial performance in school settings. *Trends in Neuroscience and Education*, 2 (1), pp. 1-6. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2013.03.002>.
- Steyn, K., Sliwa, K., Hawken, S., Commerford, P., Onen, CH., Damasceno, A. (...) Yusuf, S. (2005). Risk Factors Associated With Myocardial Infarction in Africa: The Interheart Africa study. *American Heart Association*, 112, pp. 3554-3561.
- Tompsonowski, P., Lambourne, K. & Okumura, M. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52 (Supplement 0), pp. 3-9. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.028>.
- Trejo, P., Jasso, S., Mollinedo, F. & Lugo, L. (2012). Relación entre actividad física y obesidad en escolares. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 28, pp. 34-41.
- Van Dusen, D., Kelder, S., Kohl, H., Ranjit, N. & Perry, C. (2011). Associations of Physical Fitness and Academic Performance Among Schoolchildren. *Journal of School Health*, 81, pp. 733-740.
- Vélez van Meerbeke, A. & Roa-González, C. (2005). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes de medicina. *Educación Médica*, 8, pp. 24-32.
- Warburton, D., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L. & Bredin, S. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 39, pp. 3-11. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3583166/>