

# MH*Salud*

Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud

Doi <https://doi.org/10.15359/mhs.21-1.17499>

## Actividad física, maduración biológica y salud ósea en función de la condición socioeconómica en escolares colombianos

Physical Activity, Biological  
Maturation and Bone Health as a  
Function of the Socio-Economic  
Status in Colombian Schools

Atividade física, maturação  
biológica e saúde óssea  
como função do status  
socioeconômico em escolas  
colombianas.

**Gómez-Rodas, Alejandro<sup>1</sup>, Vidarte-Claros, Armando<sup>2</sup> & Patiño-Palma, Brayan Esneider<sup>3</sup>**

Recibido 24-9-2022 -Aceptado 12-12-2023

- 1  <https://orcid.org/0000-0002-9355-8630>, Fundación Universitaria del Área Andina, Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira, [agomez105@areandina.edu.co](mailto:agomez105@areandina.edu.co)
- 2  <https://orcid.org/0000-0002-7982-3848>, Universidad Autónoma de Manizales. Facultad de salud, Manizales, Colombia. [jovida@autonoma.edu.co](mailto:jovida@autonoma.edu.co)
- 3  <https://orcid.org/0000-0002-6932-0980>, Fundación Universitaria del Área Andina, Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Pereira, Colombia. [brayanpp94@gmail.com](mailto:brayanpp94@gmail.com)



## RESUMEN



**Introducción:** diversos estudios describen los diferentes beneficios de la práctica de actividad física en niños y adolescentes; su déficit en estos grupos etarios, provoca un aumento concomitante de alteraciones cardiovasculares y metabólicas. **Objetivo:** analizar los patrones de actividad física, la maduración biológica y el contenido mineral óseo en escolares colombianos entre 8 y 16 años de edad en función del estrato socioeconómico al que pertenecen. **Materiales y métodos:** estudio de enfoque cuantitativo, descriptivo, transversal con alcance correlacional el cual incluyó una muestra representativa para escolares colombianos entre 8-16 años de edad a los cuales se les valoró el nivel de actividad física a través del PAQ-C, igualmente, se evaluaron diferentes medidas antropométricas y de manera indirecta se determinó la velocidad pico de crecimiento (VPC) y la densidad mineral ósea (DMO). **Resultados:** se evaluaron un total de 2147 escolares de los cuales el 56,7 % pertenecían a instituciones educativas del sistema público, se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre el sexo y el estrato socioeconómico con el nivel de actividad física ( $p < 0,005$ ) y las demás variables de estudio. **Conclusión:** se puede concluir que la actividad física, la maduración biológica y la salud ósea guardan estrecha relación con la condición socioeconómica en escolares colombianos lo que permite establecer diagnósticos tempranos y toma de decisiones frente a programas y estrategias educativas y de salud pública.

**Palabras clave:** actividad física, estudiantes, densidad mineral ósea, crecimiento y desarrollo.

## ABSTRACT



**Introduction:** Several studies describe the different benefits of physical activity in children and adolescents.

Indeed, when a deficit of physical activity is evident in these age groups, there is a concomitant increase in metabolic and metabolic disorders. **Objective:** to analyze the patterns of physical activity, biological maturation and bone mineral content in Colombian schoolchildren between 8 and 16 years of age according to the socioeconomic status to which they belong. **Materials and methods:** A quantitative, descriptive, cross-sectional study with a correlational scope, which included a representative sample of Colombian schoolchildren between 8 and 16 years of age, who were assessed for their level of physical activity through the PAQ-C, also, different anthropometric measurements are evaluated and indirectly the peak growth velocity (PSV) and bone mineral density (BMD) are prolonged. **Results:** a total of 2147 schoolchildren were evaluated, of which 56.7% belonged to educational institutions of the public system, statistically significant associations were found between sex and socioeconomic status with the level of physical activity and the other study variables. **Conclusion:** It can be concluded that physical activity, biological maturation and bone health are closely related to socioeconomic status in Colombian schoolchildren, which allows early diagnoses and decision-making regarding educational and public health programs and strategies.

**Keywords:** Physical activity, biological maturation, bone mineral density, socioeconomic status.

## RESUMO



**Introdução:** Vários estudos descrevem os diferentes benefícios da prática de atividade física em crianças e adolescentes. De fato, quando um déficit de atividade física é evidenciado nessas faixas etárias, ocorre um aumento concomitante de distúrbios cardiovasculares e metabólicos. **Objetivo:** analisar os padrões de atividade física, maturação biológica e conteúdo mineral ósseo em escolares colombianos entre 8 e 16 anos de idade de acordo com o status socioeconômico ao qual pertencem. **Materiais e métodos:** Um estudo quantitativo, descritivo, transversal com escopo correlacional, que incluiu uma amostra representativa de escolares colombianos entre 8 e 16 anos de idade, que foram avaliados quanto ao seu nível de atividade física por meio do PAQ-C, além disso, diferentes medidas antropométricas são avaliadas e, indiretamente, a velocidade máxima de crescimento (PSV) e a densidade mineral óssea (DMO) são prolongadas. **Resultados:** Um total de 2147 escolares foram avaliados, dos quais 56,7% pertenciam a instituições educacionais do sistema público, foram encontradas associações estatisticamente significativas entre sexo e status socioeconômico com o nível de atividade física e as outras variáveis do estudo. **Conclusão:** Pode-se concluir que a atividade física, a maturação biológica e a saúde óssea estão intimamente relacionadas ao status socioeconômico em escolares colombianos, o que permite diagnósticos precoces e tomada de decisões em relação a programas e estratégias educacionais e de saúde pública.

**Palavras-chave:** Atividade física, maturação biológica, densidade mineral óssea, status socioeconômico.

## Introducción

Estudios realizados en diversos ambientes y países han demostrado los beneficios que trae la práctica de actividad física en niños y adolescentes en la salud cardiovascular y metabólica, la condición física, la salud ósea, en un mejor rendimiento escolar y adaptación psicológica y social (Carson et ál., 2017; De Greeff et ál., 2018).

En efecto, cuando se evidencia un déficit de actividad física en estos grupos etarios, se provoca un aumento concomitante de alteraciones cardiovasculares y metabólicas que incluyen hipertensión (De Moraes et ál., 2015), obesidad (Godakanda et ál., 2018; Yang et ál., 2019) y diabetes (Bailey et ál., 2017), como también trastornos en la adaptabilidad social, emocional y cognitiva en niños y adolescentes (Rodríguez-Ayllon et ál., 2019).

Lamentablemente, la prevalencia de inactividad física en niños y adolescentes es un problema creciente en América Latina y en el nivel mundial (Tremblay et ál., 2016). Ciertamente, se ha estimado un nivel de sedentarismo que se acerca al 61,8 % en niños y 79,9 % en niñas cuyo comportamiento no alcanza a acumular las recomendaciones mínimas de actividad física moderada a vigorosa que equivale a una práctica  $\geq 60$  min/día en Brasil (De Rezende et ál., 2014), mientras que en Colombia se ha encontrado una proporción de sedentarismo en infantes y jóvenes correspondiente al 50 % (Uscátegui Peñuela et ál., 2003).

Dado el efecto deletéreo que este comportamiento tiene en la salud, tanto durante períodos de desarrollo sensibles como en la adultez, múltiples esfuerzos se llevan a cabo para promover estilos de vida activos en niños y adolescentes tanto en Latinoamérica como en el nivel mundial (Kohl et ál., 2012).

La inactividad física y los comportamientos sedentarios se establecen durante la niñez y la adolescencia, y se perpetúan a lo largo de la vida adulta provocando efectos negativos en salud durante la adultez y la vejez incidiendo en la morbilidad y mortalidad producto de las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a este tipo de comportamiento (Raynor et ál., 2012).

En este escenario, la comprensión de los factores que conducen a la adquisición de este tipo de comportamiento es una preocupación constante de la Organización Mundial de la Salud (OMS) quien ha declarado como prioridad el monitoreo de este tipo de comportamientos en niños y adolescentes alrededor del mundo (World Health Organization, 2018).

Por otra parte, la actividad física además de condicionar el estado de salud cardiovascular y metabólico, también es un factor fundamental para la regulación de la maduración biológica, fomentando en niños y adolescentes los estímulos fisiológicos necesarios para su adecuado crecimiento y desarrollo (Alves & Alves, 2019).

Es así que la exposición al ejercicio y la actividad física en la niñez proporciona la señalización necesaria para el adecuado depósito de calcio y fósforo en los huesos, determinante para alcanzar el pico de densidad mineral ósea evidenciado al final de la adolescencia (Gunter et ál., 2012).

Se han reportado diversos factores que condicionan los niveles de actividad física en niños y adolescentes, entre ellos se encuentran determinantes psicológicos, sociales, culturales, ambientales, regulatorios de política pública e individuales como la edad, el género, el estado de peso corporal y el estrato socioeconómico (Stierlin et ál., 2015). Éste último ha sido foco de interés, mostrando patrones contradictorios en diversos países, siendo también determinante en el crecimiento, desarrollo y maduración biológica de niños y adolescentes (Drenowatz et ál., 2010; Latorre Román et ál., 2016; Matsudo et ál., 2016).

En este contexto y dada la interrelación entre la actividad física, el desarrollo fisiológico y la densidad de los huesos en niños y adolescentes como la poca información que en población colombiana se tiene en estos grupos etarios con respecto a estas relaciones, el presente estudio pretende analizar los patrones de actividad física, las características de la maduración biológica y el contenido mineral óseo en escolares colombianos entre 8-16 años de edad en función del estrato socioeconómico al que pertenecen.

## Materiales y métodos

### Tipo de estudio y muestra

Estudio de enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, transversal con alcance correlacional, el cual incluyó una muestra representativa para escolares colombianos entre 8-16 años de edad pertenecientes a instituciones educativas públicas y privadas de siete diferentes ciudades colombianas.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula para la media en poblaciones infinitas, se definió una confiabilidad del 95 % y se tuvo como antecedente los datos reportados por (Gómez-Campos et ál., 2017) obteniendo de esta manera un tamaño muestral de 2147 escolares los cuales fueron seleccionados de manera aleatoria.

Para la conformación de la muestra se tuvieron como criterios de inclusión que los participantes se encontraran matriculados en instituciones educativas registradas y avaladas por las secretarías departamentales correspondientes, tener entre 8 y 16 años de edad, ser apto cognitivamente para el desarrollo de las herramientas de evaluación utilizadas, encontrarse corporalmente íntegro y saludable para los testeos antropométricos y finalmente, contar con el consentimiento informado por parte de los padres o acudientes y el asentimiento informado por parte de los escolares participantes en el estudio.

### Procedimientos

La medición antropométrica se realizó acorde a los lineamientos de la Asociación Internacional para el avance de la cineantropometría (ISAK) (Stewart et ál., 2011); con el fin de garantizar que los resultados obtenidos en la medición fueran adecuados, se indicó a los participantes el cumplimiento de recomendaciones básicas, las cuales involucraron: una adecuada postura durante la evaluación, limitación en la ingesta de fluidos, café o comida al menos cuatro horas antes de la medición como también la restricción de prácticas de ejercicio físico o deporte.

El peso o masa corporal se valoró con una balanza OMRON, referencia HBF-510LA la cual tiene una precisión de 0,1 kg; con el fin de evitar el sesgo de medición la báscula fue calibrada cada 150 evaluaciones. La talla bípeda y sedente (cm) se midieron en función al plano de Frankfurt, sin zapatos, utilizando una cinta métrica marca Stanley de referencia 33-726 adosada a pared con precisión de 0,1 cm.

Para la altura sentado en específico, se superpuso un banco de 40 cm de altura sobre la cinta métrica de modo que los sujetos adoptaran una posición sentada y se tomó el registro de la talla sedente restándola de la altura obtenida en bípedo. La longitud de miembros inferiores fue inferida calculando la diferencia entre la talla bípeda y la altura sedente (Gomez Campos et ál., 2012), la longitud de antebrazo se midió con un antropómetro marca CESCORF de 60 cm de apertura con una precisión de 1 mm, el diámetro del fémur se valoró con un antropómetro CESCORF INNOVARE de 16 cm de apertura con precisión de 1mm y el índice de masa corporal (IMC) se calculó usando la fórmula propuesta por la OMS (Akram et ál., 2000).

Se utilizó un formulario semiestructurado para la obtención de las variables socio-demográficas y el cuestionario PAQ-C (Physical Activity Questionnaire for Children) para la evaluación de actividad física; este cuestionario ha demostrado consistencia interna reportando un índice de Cronbach de 0,73, confiabilidad con coeficiente de correlación intraclase de 0,60 en población colombiana (Herazo-Beltrán & Domínguez-Anaya,

2012) y una validez moderada con una relación estadística de 0,34 mediante prueba no paramétrica de Spearman frente a actividad física evaluada mediante acelerometría (Martínez-Gómez et ál., 2009).

El pico de velocidad de crecimiento fue calculado por medio de ecuación de regresión múltiple específica para niños y niñas propuesta por (Mirwald et ál., 2002), y validada en población latinoamericana por (Gomez-Campos et ál., 2012). Para el cálculo de esta variable la ecuación considera la interacción del peso, altura bípeda, talla sedente, la longitud de miembros inferiores y la edad.

La densidad mineral de los huesos de niños y niñas fue calculada mediante la ecuación de regresión múltiple propuesta por (Gómez-Campos et ál., 2017) que incluye la interacción de la velocidad pico de crecimiento, la longitud de antebrazo y el diámetro del fémur, esta estrategia tiene la bondad de estimar la densidad mineral ósea en edades tempranas sin la exposición a radiación ionizante.

El protocolo de estudio se ajustó a los criterios de experimentación en humanos de la declaración de Helsinki y a lo establecido en la resolución 008430 del Ministerio Colombiano de Salud y Protección Social, además, fue evaluado y avalado por el comité de ética de la Universidad Autónoma de Manizales. Los riesgos producto de la toma de las mediciones y los objetivos del proyecto fueron explicados antes de iniciar el protocolo de evaluación los cuales fueron comprendidos y aceptados por los participantes firmando de manera autónoma el consentimiento y asentimiento informado.

## Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con los *softwares* SPSS® versión 25 y GraphPad Prism 8. El procedimiento inicial consistió en describir cada una de las variables de estudio expresando los resultados en medidas de tendencia central y dispersión para para los datos cuantitativos y se realizó una distribución de frecuencias para las variables categóricas.

Se realizaron posteriormente, procedimientos estadísticos de rigor para determinar la distribución de los datos a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov, y se efectuaron medidas de asociación por medio de la prueba de Chi-Cuadrado entre características cualitativas y para determinar las diferencias de los atributos estudiados, según el estrato socioeconómico se utilizó el estadístico Kruskal-Wallis junto con el test Post-Hoc de Dunn y la prueba U de Mann-Whitney para establecer diferencias por sexo, lo anterior se realizó teniendo en cuenta el comportamiento no paramétrico de los datos. Finalmente, se estableció como criterio de significancia un valor de P menor a 0,05.

## Resultados

Se evaluaron un total de 2147 escolares, distribuidos equitativamente según el sexo (49,7 % masculino y 50,3 % femenino) de los cuales el 56,7 % pertenecían a instituciones educativas del sistema público.

La tabla 1 muestra la distribución porcentual de los niveles de actividad física de los escolares analizados según el estrato socioeconómico y el sexo. Se observó una mayor concentración de estudiantes en estratos bajos y una asociación estadísticamente significativa, indicando una predominancia de inactividad física por encima del 60 % en cada uno de los estratos socioeconómicos (Chi cuadrado 11,47; p valor = 0,043).

En este mismo sentido, también se observó asociación estadísticamente significativa entre el sexo y la práctica de actividad física (Chi-Cuadrado 47,86; p valor <0,01) indicando un mayor nivel de actividad física en los varones con respecto a las mujeres.

**Tabla 1.**

*Distribución porcentual por estrato socioeconómico y por niveles de actividad física según estrato y sexo de los escolares*

	Total		Inactivo		Activo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<b>Estrato socioeconómico</b>						
1	340	15,8	238,0	70,0	102,0	30,0
2	674	31,4	507,0	75,2	167,0	24,8
3	844	39,3	657,0	77,8	187,0	22,2
4	217	10,1	157,0	72,4	60,0	27,6
5	30	1,4	19,0	63,3	11,0	36,7
6	42	2,0	33,0	78,6	9,0	21,4
<b>Sexo</b>						
Hombres	1068	49,7	732,0	45,43	336,0	62,68
Mujeres	1079	50,3	879,0	54,56	200,0	37,31

*En el análisis de individuos activos frente a no inactivos, se efectuó el cálculo del total porcentual por filas. Esta metodología se empleó debido a que el propósito de la tabla radica en examinar cada estrato socioeconómico con respecto a su condición de actividad.*

La tabla 2 presenta la mediana y distribución percentilica de las variables antropométricas, la velocidad pico de crecimiento y la densidad mineral ósea de los escolares contrastados por estrato socioeconómico y sexo. Al contrastar las distribuciones de las variables antropométricas con el estrato, se evidenciaron diferencias significativas con todas a excepción del IMC.

**Tabla 2.**  
*Medianas, Percentil 25 y Percentil 75 de variables antropométricas, velocidad pico de crecimiento y densidad mineral ósea según estrato socioeconómico y sexo de los escolares*

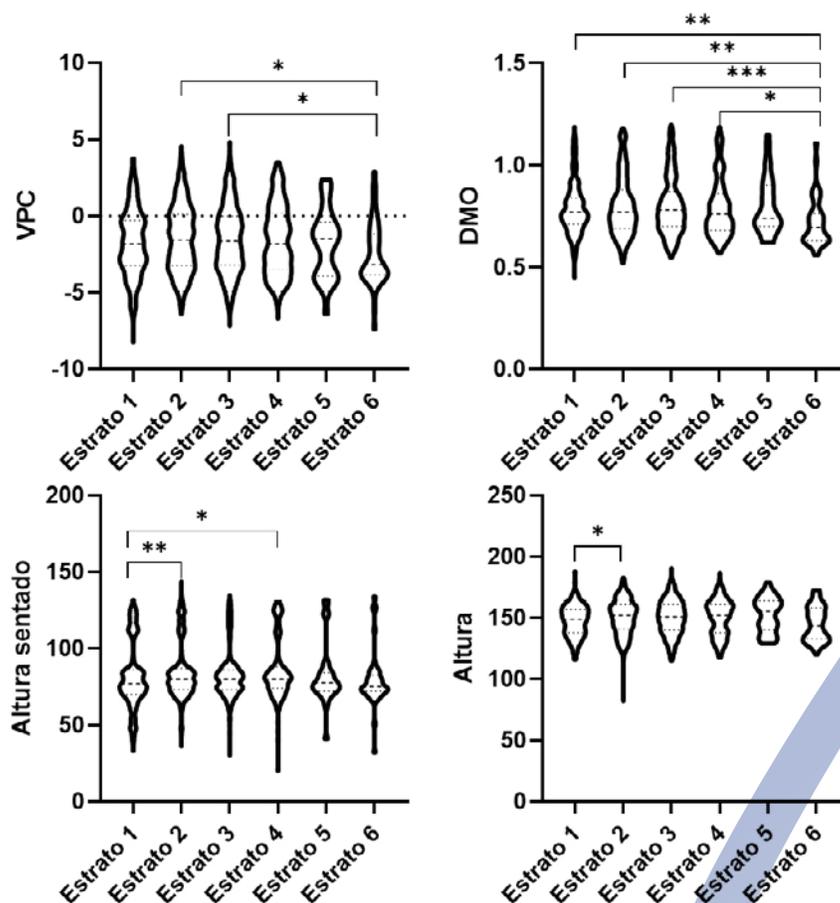
		IMC	Altura vertical	Altura sedente	Longitud de antebrazo	Diámetro del fémur	VPC	DMO
<b>Estrato socioeconómico</b>								
<b>1</b>	Percentil 25	17,37	138,00	70,00	17,41	7,81	-3,23	0,71
	<b>Mediana</b>	19,53	149,00	76,90	19,35	8,40	-1,81	0,77
	Percentil 75	22,00	157,00	86,00	21,35	9,20	-0,30	0,84
<b>2</b>	Percentil 25	17,34	141,00	73,00	18,10	7,54	-3,23	0,69
	<b>Mediana</b>	19,71	152,00	80,00	20,15	8,25	-1,53	0,77
	Percentil 75	22,31	160,53	86,96	22,00	9,00	0,10	0,88
<b>3</b>	Percentil 25	17,62	140,00	73,06	18,31	7,75	-3,20	0,70
	<b>Mediana</b>	19,70	151,00	79,90	20,15	8,50	-1,63	0,78
	Percentil 75	22,10	160,93	85,58	22,15	9,30	-0,01	0,87
<b>4</b>	Percentil 25	17,40	138,08	73,78	18,20	7,58	-3,47	0,68
	<b>Mediana</b>	19,10	152,40	80,20	20,00	8,20	-1,80	0,76
	Percentil 75	21,77	160,95	87,98	22,18	8,80	0,15	0,86
<b>5</b>	Percentil 25	17,49	140,25	72,30	18,11	7,96	-3,92	0,70
	<b>Mediana</b>	19,71	155,43	77,60	20,43	8,23	-1,47	0,74
	Percentil 75	22,55	163,96	84,14	21,99	8,83	-0,40	0,91
<b>6</b>	Percentil 25	15,90	132,75	71,88	16,58	7,78	-3,84	0,63
	<b>Mediana</b>	18,00	143,50	74,90	17,90	8,20	-3,18	0,70
	Percentil 75	20,38	158,25	82,58	20,50	8,50	-1,16	0,76
<b>Sexo</b>								
Hombres	Percentil 25	17,33	139,00	72,50	18,10	7,90	-3,20	0,75
	<b>Mediana</b>	19,43	150,00	79,38	20,10	8,55	-1,72	0,85
	Percentil 75	21,90	163,00	87,99	22,40	9,40	0,18	0,98
Mujeres	Percentil 25	17,59	140,00	73,00	18,05	7,50	-3,32	0,66
	<b>Mediana</b>	19,72	151,00	79,60	19,90	8,10	-1,60	0,72
	Percentil 75	22,20	158,00	85,00	21,55	8,80	-0,14	0,78

VPC: Velocidad pico de crecimiento, DMO: Densidad mineral ósea, IMC: índice de masa corporal

En este sentido, al analizar el test *post hoc* de Dunn (Dinno, 2015), para variables no paramétricas se determinaron diferencias para la altura vertical entre la pareja de grupos 1-2 ( $p < 0,05$ ), altura sedente entre conjuntos 1-2 y 1-4 ( $p < 0,05$ ), longitud de antebrazo entre estratos 6-3, 1-2 y 1-3 ( $p < 0,05$ ) y para diámetro del fémur entre las parejas de categorías 4-3, 4-1 y 2-3 ( $p < 0,05$ ).

Para los atributos velocidad pico de crecimiento y densidad mineral ósea igualmente, se evidenciaron diferencias en la distribución en función del nivel socioeconómico ( $p < 0,05$ ) y mediante el *post hoc* de Dunn (Dinno, 2015), se estableció que estas diferencias para la característica velocidad pico de crecimiento está dada entre las parejas de conjuntos 6-3 y 6-2 ( $p < 0,05$ ) y para el atributo densidad mineral ósea la diferencia está situada para las parejas de categorías 6-4, 6-1, 6-2 y 6-3 ( $p < 0,05$ ) (para mayor información ver figura 1).

**Figura 1.**  
Diferencias en la distribución de las variables de estudio según el estrato



VPC: Velocidad pico de crecimiento, DMO: Densidad mineral ósea, \*: P valor  $< 0,05$ ; \*\*: p valor  $< 0,0021$ ; \*\*\*: p valor  $< 0,0002$ ; Estadístico de contraste: Kruskal Wallis

Fuente: elaboración propia

Finalmente, al comparar las distribuciones de las variables de estudio con respecto al sexo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la altura vertical, la longitud del brazo, el diámetro del fémur y la densidad mineral ósea ( $p < 0,05$ ) describiendo mayores resultados en los escolares varones.

## Discusión

Se observó una mayor concentración de estudiantes en niveles socioeconómicos bajos, distribución equitativa entre niños y niñas y una asociación estadísticamente significativa con un valor de Chi-Cuadrado correspondiente a 11,476 ( $p < 0,04$ ), indicando una predominancia de sedentarismo en cada estrato socioeconómico. También se evidenció asociación estadísticamente significativa entre el sexo y la práctica de actividad física ( $p < 0,000$ ) indicando un incremento de actividad física en los varones con respecto a las mujeres.

Estos resultados coinciden con estudios como el de [Muñoz et ál. \(2021\)](#), donde establecen una mayor cantidad de mujeres con bajos niveles de actividad física (54 % vs. 32 %;  $p = 0,001$ ), en estratos socioeconómicos bajos (bajo: 55 %; medio: 50 %; alto: 39 %;  $p = 0,01$ ). Así mismo, [Montoya et ál. \(2016\)](#), encontraron en una muestra de 690 escolares una predominancia de inactividad física correspondiente al 77,9 % siendo las mujeres más inactivas con respecto a los varones.

[Herazo-Beltrán et ál. \(2019\)](#), abordaron una muestra equilibrada entre varones y mujeres, reportando una prevalencia de inactividad física de 64,3 % en los escolares siendo más prevalente en el sexo femenino, igualmente, [González et ál. \(2014\)](#), determinaron en su estudio un menor cumplimiento de las recomendaciones de actividad física en féminas, situación similar a lo propuesto por [Hormiga-Sánchez et ál. \(2016\)](#), quienes reportaron un mayor nivel de inactividad física en mujeres comparado con los hombres, asociando lo anterior con la situación laboral y el estrato socioeconómico de la muestra evaluada ( $p < 0,01$ ).

En cuanto a la velocidad pico de crecimiento, las características antropométricas y la densidad mineral ósea, los escolares fueron analizados según el nivel socioeconómico, de lo anterior, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con el IMC, mientras que para los demás atributos antropométricos : altura vertical, altura sedente, longitud de antebrazo y diámetro del fémur, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en función de la condición socioeconómica de los escolares.

Estos resultados muestran diferencias frente al estudio de [Rodríguez et ál. \(2014\)](#) quienes, a pesar de ajustar los datos a partir de los valores absolutos de masa magra y

grasa, determinaron relación entre la DMO y el IMC en los adolescentes. En este mismo sentido, [Ellis et ál. \(2003\)](#), llegan a la conclusión que los niños que padecen sobrepeso y/u obesidad presentan un riesgo significativamente superior de desmineralización ósea en comparación con aquellos que tienen un peso graso normal. Concordando con [Lorentzon et ál. \(2006\)](#) quienes proponen que el nivel de masa grasa es un fuerte predictor para la masa ósea.

En el estudio de [Vidarte et ál. \(2020\)](#), se encontraron correlaciones directas y significativas entre la DMO, la edad, el Índice de Masa Corporal (IMC) y la velocidad pico de crecimiento de los escolares evaluados detallando como los sujetos con sobrepeso tienen menor cantidad de hueso para su peso corporal que los normopeso.

[Redon et ál. \(2014\)](#), encontraron que la DMO aumenta progresivamente con la edad determinando una estrecha relación entre estas variables, argumentación corroborada por [Gómez-Campos et ál. \(2012\)](#).

En este mismo sentido, [Suárez et ál. \(2011\)](#), plantean que las variables sexo, edad y sobrepeso muestran una relación lineal con la DMO, información que muestra coherencia con los resultados del presente estudio.

En esta investigación, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el estrato, la condición de salud ósea y la madurez biológica, datos coherentes con lo propuesto por [Gómez et ál. \(2012\)](#), quienes plantean que los niños de condición socioeconómica alta son de talla superior y presentan mayor peso con el transcurso de la edad cronológica y maduran más temprano que aquellos de condición económica baja.

En el estudio de [Restrepo et ál. \(2018\)](#), las mayores diferencias en los indicadores de crecimiento y proporcionalidad corporal se observaron por género, edad biológica y estrato socioeconómico, donde los adolescentes del estrato socioeconómico alto y los pospúberes mostraron los promedios más altos de estatura, altura sentado y longitud de las extremidades inferiores.

En esta perspectiva, esta información es similar a los reportes que sugieren que la maduración biológica presenta mayores diferencias entre jóvenes categorizados como prepúberes, púberes y pospúberes, tal como lo determina el trabajo de [Carrasco-López et ál. \(2021\)](#), hallazgos similares a estudios realizados en deportistas ([Mendez-Cornejo et ál., 2022](#)).

Lo anterior pone de manifiesto como la madurez biológica gana relevancia durante el desarrollo y crecimiento de los niños, más aún cuando se practica algún deporte, ya que este proceso debe estar acorde al contexto de las características biológicas.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra la ausencia de una medición directa y cuantitativa de la actividad física en los escolares de la muestra de este estudio y se recurrió a un instrumento que, aunque validado, representa un acercamiento al nivel de actividad física percibido por los escolares lo que restringe el alcance en el análisis de los datos y la posibilidad de obtener una mayor precisión en los contrastes estadísticos.

Igualmente, para el cálculo de la DMO se hizo uso de una fórmula de regresión lineal basada en variables antropométricas validada en escolares chilenos, lo que supone una consideración metodológica al momento de interpretar los resultados del presente estudio.

Se sugiere entonces para futuras investigaciones la medición de la cantidad de actividad física basada en acelerómetros u otros dispositivos de cuantificación más objetivos para esta variable como también el contraste con indicadores asociados a la condición física como el consumo de oxígeno. De igual forma, producir fórmulas de predicción de la DMO en niños adolescentes en población colombiana.

## Conclusiones

Se puede concluir como la actividad física, la maduración biológica y la salud ósea guardan estrecha relación con la condición socioeconómica en escolares colombianos lo que permite establecer diagnósticos tempranos y toma de decisiones frente a programas y estrategias educativas y de salud pública que favorezcan un debido proceso de maduración biológica en los niños y esto redunde no solamente, en sus aprendizajes académicos, sino también en el desarrollo de sus habilidades motrices y por ende, en la participación deportiva.

## REFERENCIAS

- Akram, D. S., Astrup, A. V., Atinmo, T., Boissin, J. L., Bray, G. A., Carroll, K. K., Chitson, P., Chunming, C., Dietz, W. H., Hill, J. O., Jéquier, E., Komodiki, C., Matsuzawa, Y., Mollentze, W. F., Moosa, K., Noor, M. I., Reddy, K. S., Seidell, J., Tanphaichitr, V., ... Zimmet, P. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. En *World Health Organization - Technical Report Series*, 894, 1–253.
- Alves, J. G. B., & Alves, G. V. (2019). Effects of physical activity on children's growth. En *Jornal de Pediatria* 95, 72–78. Sociedade Brasileira de Pediatria. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.11.003>

- Bailey, D. P., Charman, S. J., Ploetz, T., Savory, L. A., & Kerr, C. J. (2017). Associations between prolonged sedentary time and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in 10–14-year-old children: The HAPPY study. *Journal of Sports Sciences*, 35(22), 2164–2171. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1260150>
- Carrasco-López, S., Gómez-Campos, R., de Arruda, M., Sulla-Torres, J., Portella, D. L., Urzua-Alul, L. A., & Cossio-Bolaños, M. (2021). Reference values of the body composition of young Chilean soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 27(2), 161–164. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120850019&origin=inward&txGid=0d218f6cb05978c10c58219903f93620>
- Carson, V., Lee, E. Y., Hewitt, L., Jennings, C., Hunter, S., Kuzik, N., Stearns, J. A., Unrau, S. P., Poitras, V. J., Gray, C., Adamo, K. B., Janssen, I., Okely, A. D., Spence, J. C., Timmons, B. W., Sampson, M., & Tremblay, M. S. (2017). Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC Public Health*, 17(June). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4860-0>
- De Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. En *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507. Sports Medicine Australia. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- De Morales, A. C. F., Carvalho, H. B., Siani, A., Barba, G., Veidebaum, T., Tornaritis, M., Molnar, D., Ahrens, W., Wirsik, N., De Henauw, S., Mårild, S., Lissner, L., Konstabel, K., Pitsiladis, Y., & Moreno, L. A. (2015). Incidence of high blood pressure in children - Effects of physical activity and sedentary behaviors: The IDEFICS study: High blood pressure, lifestyle and children. *International Journal of Cardiology*, 180, 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.11.175>
- De Rezende, L. F. M., Azeredo, C. M., Canella, D. S., Claro, R. M., De Castro, I. R. R., Levy, R. B., & Luiz, O. D. C. (2014). Sociodemographic and behavioral factors associated with physical activity in Brazilian adolescents. *BMC Public Health*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-485>
- Dinno, A. (2015). Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *Stata Journal*, 15(1), 292–300. <https://doi.org/10.1177/1536867x1501500117>
- Drenowatz, C., Eisenmann, J. C., Pfeiffer, K. A., Welk, G., Heelan, K., Gentile, D., & Walsh, D. (2010). Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8- to 11-year old children. *BMC Public Health*, 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-214>

- Ellis, K. J., Shypailo, R. J., Wong, W. W., & Abrams, S. A. (2003). Bone mineral mass in overweight and obese children: Diminished or enhanced? *Acta Diabetologica*, 40(SUPPL. 1), s274–s277. <https://doi.org/10.1007/s00592-003-0085-z>
- Godakanda, I., Abeysena, C., & Lokubalasoorya, A. (2018). Sedentary behavior during leisure time, physical activity and dietary habits as risk factors of overweight among school children aged 14-15 years: Case control study. *BMC Research Notes*, 11(1), 4–9. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3292-y>
- Gómez-Campos, R., Andruske, C. L., De Arruda, M., Urra Albornoz, C., & Cossio-Bolaños, M. (2017). Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLoS ONE*, 12(7), e0181918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181918>
- Gómez-Campos, R., Hespanhol, J. E., Portella, D., Vargas Vitoria, R., De Arruda, M., & Cossio-Bolanos, M. A. (2012). Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 32(3), 7–17.
- González, S., Sarmiento, O. L., Lozano, Ó., Ramírez, A., & Grijalba, C. (2014). Niveles de actividad física de la población colombiana: desigualdades por sexo y condición socioeconómica. *Biomédica*, 34(3), 447–459. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i3.2258>
- Gunter, K. B., Almstedt, H. C., & Janz, K. F. (2012). Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(1), 13–21. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318236e5ee>
- Herazo-Beltrán, A. Y., & Domínguez-Anaya, R. (2012). Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Revista de Salud Pública*, 14(5), 802–809.
- Herazo-Beltrán, Y., Vidarte-Claros, J., Sánchez-Guette, L., Galeano-Muñoz, L., Córdoba-Camacho, J., Acuña-Álvarez, G., Hernández-Morales, A., Berdugo-Ahumada, J., Badillo-Padilla, C., & Caro-Guerra, A. F. De. (2019). Nivel de actividad física e índice de masa corporal en escolares de la región caribe colombiana: estudio multicéntrico. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 14(4), 225–231.
- Hormiga-Sánchez, C. M., Alzate-Posada, M. L., Borrell, C., Palència, L., Rodríguez-Villamizar, L. A., & Otero-Wandurraga, J. A. (2016). Actividad física ocupacional, de transporte y de tiempo libre: desigualdades según género en Santander, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(2), 201–213. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n2.50008>

- Kohl, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G., Kahlmeier, S., Andersen, L. B., Bauman, A. E., Blair, S. N., Brownson, R. C., Bull, F. C., Ekelund, U., Goenka, S., Guthold, R., Hallal, P. C., Haskell, W. L., Heath, G. W., Katzmarzyk, P. T., ...Wells, J. C. (2012). The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. En *The Lancet*, 380(9838), 294–305. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
- Latorre, P., López, D. M., & Pinillos, F. G. (2016). Feeding practices, physical activity, and fitness in Spanish preschoolers. Influence of sociodemographic outcome measures. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 114(5), 441–447. <https://doi.org/10.5546/aap.2016.441>
- Lorentzon, M., Landin, K., Mellström, D., & Ohlsson, C. (2006). Leptin is a negative independent predictor of areal BMD and cortical bone size in young adult Swedish men. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(12), 1871–1878. <https://doi.org/10.1359/jbmr.060814>
- Martínez-Gómez, D., Martínez-De-Haro, V., Pozo, T., Welk, G. J., Villagra, A., Calle, M. E., Marcos, A., & Veiga, O. L. (2009). Reliability and validity of the paq-a questionnaire to assess physical activity in Spanish adolescents. *Revista Española de Salud Pública*, 83(3), 427–439. <https://doi.org/10.1590/s1135-57272009000300008>
- Matsudo, V. K. R., Ferrari, G. L. D. M., Araújo, T. L., Oliveira, L. C., Mire, E., Barreira, T. V., Tudor-Locke, C., & Katzmarzyk, P. (2016). Socioeconomic status indicators, physical activity, and overweight/obesity in Brazilian children. *Revista Paulista de Pediatría*, 34(2), 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.rppede.2015.08.018>
- Méndez-Cornejo, J., Alvear-Vásquez, F., Urra-Albornoz, C., Novoa, S. V., Bahamonde, J. C., & Gómez-Campos, R. (2022). Fuerza muscular y salud ósea en jóvenes futbolistas según estado de madurez. *Revista Peruana de Ciencia de la Actividad Física y del Deporte*, 9(1), 8–8. <https://doi.org/10.53820/RPCAFD.V9I1.196>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Montoya, A., Pinto, D., Taza, A., Meléndez, E., & Alfaro, P. (2016). Nivel de actividad física según el cuestionario PAQ-A en escolares de secundaria en dos colegios de San Martín de Porres – Lima. *Revista Herediana de Rehabilitación*, 1(1), 21. <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/RHR/article/view/2892/2763>
- Muñoz, G. A. D., Hoyos, A. K. P., Liberato, D. P. C., Rentería, L. M. M., & Sánchez, M. C. Q. (2021). Diferencia de los niveles de actividad física, sedentarismo y hábitos

- alimentarios entre universitarios de diferentes programas de la salud de una universidad privada en Bogotá, Colombia. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 25(1), 8–17. <https://doi.org/10.14306/renhyd.25.1.1007>
- Raynor, H. A., Bond, D. S., Freedson, P. S., & Sisson, S. B. (2012). Sedentary behaviors, weight, and health and disease risks. En *Journal of Obesity*, 2012, 22–25. <https://doi.org/10.1155/2012/852743>
- Redon-Tavera, A., Rodríguez-Madrid, R., León-Hernández, S. R., & Díez-Garc, P. (2014). Densidad mineral ósea, estado nutricional y fracturas de huesos largos en niños. *Investigación en Discapacidad*, 3(4), 168–176.
- Restrepo, M., Aristizaba, J., Camacho, J., & Velázquez, M. C. (2018). Cultura Somática de adolescentes de 14-17 años escolarizados en Medellín: Características antropométricas. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 8, 50–65.
- Rodríguez-Ayllon, M., Cadenas-Sánchez, C., Estévez-López, F., Muñoz, N. E., Mora-González, J., Migueles, J. H., Molina-García, P., Henriksson, H., Mena-Molina, A., Martínez-Vizcaíno, V., Catena, A., Löf, M., Erickson, K. I., Lubans, D. R., Ortega, F. B., & Esteban-Cornejo, I. (2019). Role of Physical Activity and Sedentary Behavior in the Mental Health of Preschoolers, Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. En *Sports Medicine*, 49(9), 1383–1410). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01099-5>
- Rodríguez, M. C., Medina, B. R., Jiménez, E. G., Pérez, C. F. N., & Schmidt-Riovalle, J. (2014). Los niveles de mineralización ósea están influenciados por la composición corporal en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 30(4), 763–768. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.4.7683>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica ISAK*. International society for the advancement of kinanthropometry.
- Stierlin, A. S., De Lepeleere, S., Cardon, G., Dargent-Molina, P., Hoffmann, B., Murphy, M. H., Kennedy, A., O'Donoghue, G., Chastin, S. F. M., & De Craemer, M. (2015). A systematic review of determinants of sedentary behaviour in youth: A DEDIPAC-study. En *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0291-4>
- Suárez Cortina, L., Moreno Villares, J. M., Martínez Suárez, V., Aranceta Bartrina, J., Dalmau Serra, J., Gil Hernández, A., Lama More, R., Martín Mateos, M. A., & Pavón Belichón, P. (2011). Ingesta de calcio y densidad mineral sea en una población de

- escolares españoles (estudio CADO). *Anales de Pediatría*, 74(1), 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.angepedi.2010.07.001>
- Tremblay, M. S., Barnes, J. D., González, S. A., Katzmarzyk, P. T., Onywera, V. O., Reilly, J. J., Tomkinson, G. R., Aguilar-Farias, N., Akinroye, K. K., Al-Kuwari, M. G., Amornsriwatanakul, A., Aubert, S., Belton, S., Goldys, A., Herrera-Cuenca, M., Jeon, J. Y., Jürimäe, J., Katapally, T. R., Lambert, E. V., ... Wong, S. H. (2016). Global matrix 2.0: Report card grades on the physical activity of children and youth comparing 38 countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(11), S343–S366. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0594>
- Uscátegui, R. M., Álvarez, M. C., Laguado, I., Soler, W., Martínez, L., Arias, R., Duque, B., Pérez, J., & Camacho, J. A. (2003). Factores de riesgo cardiovascular en niños de 6 a 18 años de Medellín (Colombia). *Anales de Pediatría*, 58(5), 411–417. [https://doi.org/10.1016/s1695-4033\(03\)78086-2](https://doi.org/10.1016/s1695-4033(03)78086-2)
- Vidarte, J. A., Vélez, C., Arango, A., & Parra, J. H. (2020). Bone mineral density in Colombian schools between 8 and 16 years old. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 40(4), 20–29. <https://doi.org/10.12873/404vidarte>
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. <http://apps.who.int/iris/%0ASales>
- Yang, L., Cao, C., Kantor, E. D., Nguyen, L. H., Zheng, X., Park, Y., Giovannucci, E. L., Matthews, C. E., Colditz, G. A., & Cao, Y. (2019). Trends in Sedentary Behavior among the US Population, 2001-2016. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 321(16), 1587–1597. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.3636>

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los estudiantes, a las instituciones de educación básica y media y a las secretarías de educación municipales que participaron en el estudio, sin ellos, nada de esto sería posible.

## FINANCIAMIENTO

El presente manuscrito es un producto derivado de un proceso de investigación realizado por la cohorte III de la Maestría en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales-Colombia, trabajo desarrollado de manera multicéntrica el cual involucró siete diferentes ciudades del país con una muestra final de 2147 participantes. Los recursos materiales para la realización de esta investigación fueron aportados

por la Universidad Autónoma de Manizales y estudiantes de la Maestría en Actividad Física y Deporte.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

*Conceptualización:* Gómez-Rodas, Alejandro

*Curación de datos:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro

*Análisis formal:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro, Vidarte-Claros, Armando

*Investigación:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro, Vidarte-Claros, Armando

*Metodología:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro, Vidarte-Claros, Armando.

*Administración del proyecto:* Vidarte-Claros, Armando

*Supervisión:* Gómez-Rodas, Alejandro

*Visualización:* Gómez-Rodas, Alejandro

*Redacción - borrador original:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro

*Redacción - revisión y edición:* Patiño-Palma, Brayan Esneider, Gómez-Rodas, Alejandro, Vidarte-Claros, Armando

## CONFLICTO DE INTERES

La construcción de este texto se realizó por invitación de la coordinación del posgrado y no presenta ningún conflicto de interés.