



Revista Educación  
ISSN: 0379-7082  
ISSN: 2215-2644  
revedu@gmail.com  
Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

## Capacidad aeróbica y coordinación motriz en escolares de primaria

Rosa Guillamón, Andrés; Carrillo López, Pedro José; García Cantó, Eliseo

Capacidad aeróbica y coordinación motriz en escolares de primaria

Revista Educación, vol. 45, núm. 2, 2021

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44066178002>

**DOI:** <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41509>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 3.0 Internacional.

# Capacidad aeróbica y coordinación motriz en escolares de primaria

Aerobic Capacity and Motor Coordination in Primary Schoolchildren

Andrés Rosa Guillamón  
Universidad de Murcia, España  
andres.rosa@um.es

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41509>  
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44066178002>

 <https://orcid.org/0000-0001-5679-0986>

Pedro José Carrillo López  
Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, España  
pj.carrillolopez@um.es

 <https://orcid.org/0000-0003-0063-7645>

Eliseo García Cantó  
Universidad de Murcia, España  
eliseo.garcia@um.es

 <https://orcid.org/0000-0002-6845-6835>

Recepción: 02 Mayo 2020  
Aprobación: 16 Septiembre 2020

## RESUMEN:

**Objetivo:** el objetivo fue analizar la relación entre la capacidad aeróbica y la coordinación motriz. **Método:** se trata de un estudio descriptivo de corte transversal realizado con 163 escolares de España entre los 6 y 9 años. Para medir la capacidad aeróbica se empleó el test de Course-Navette y para medir la coordinación motriz se utilizó el Test Motor GRAMI-2. **Resultados:** La correlación de Pearson y la prueba MANOVA mostraron que valores más elevados en el test de Course-Navette se correlacionaron con rendimientos superiores en los test de carrera de 30 m, carrera 4 x 9 m, 7 m a la pata coja, desplazamiento sobre soportes y saltos laterales ( $p < 0.005$ , para todas). No se observaron diferencias en lanzamiento de peso ( $p > .05$ ). Asimismo, la prueba de regresión lineal mostró una relación significativa de la capacidad aeróbica con la coordinación motriz ( $r = .344$ ;  $p < 0.001$ ), tras ajustar por sexo y edad. Se observó también que la edad se asociaba con la coordinación motriz ( $r = .674$ ;  $p < .001$ ). **Conclusión:** la capacidad aeróbica puede estar relacionada con el nivel de coordinación motriz a excepción del lanzamiento de peso en escolares de 6 a 9 años. Un planteamiento equilibrado que incluya el desarrollo de ambos constructos desde el área de Educación Física puede ser beneficioso para generar una adherencia a la práctica de actividad física de escolares.

**PALABRAS CLAVE:** Capacidad aeróbica, Coordinación motriz, Competencia motriz, Escolares, Educación primaria.

## ABSTRACT:

**Objective:** Analyze the relationship between aerobic capacity and motor coordination. **Methodology:** A descriptive cross-sectional study was conducted with 163 schoolchildren in Spain between the ages of 6 and 9 in which the 20 m shuttle run or Course-Navette test was used to measure aerobic capacity and the GRAMI-2 Motor Test to measure motor coordination. **Results:** The Pearson's Correlation and MANOVA revealed that higher Course-Navette values corresponded to higher performances in the 30-m run, 4 x 9-m run, 7-m hop on one leg, step lunges and lateral jumps ( $p < 0.005$ , for all). No differences were observed in the shot put ( $p > 0.005$ ). A linear regression test showed a significant relationship between aerobic capacity and better motor coordination ( $r = .344$ ;  $p < 0.001$ ) after sex and age adjustment. Age was also found to be associated with better motor coordination ( $r = .674$ ;  $p < .001$ ). **Conclusion:** There is a relationship between aerobic capacity and motor coordination with the exception of shot put in schoolchildren 6 to 9 years of age. A balanced approach that includes the development of both areas from a Physical Education standpoint may be beneficial in fostering better physical activity adherence among schoolchildren.

**KEYWORDS:** Aerobic Capacity, Motor Coordination, Motor Skills, Schoolchildren, Primary Education.

## INTRODUCCIÓN

La competencia motriz es la manifestación de la habilidad motriz que contribuye a disponer de un mayor repertorio de actos motores en los que sentirse competente y adaptarse al entorno inmediato (Rosa-Guillamón y García-Cantó, 2018); incluyendo tanto la coordinación de las habilidades motoras finas (ej., Destreza manual) como gruesas (ej., Equilibrio estático y dinámico) (Gísladóttir, Haga y Sigmundsson, 2019).

La principal característica de los movimientos en personas con problemas en su competencia motriz es la falta de coordinación motriz (CM), entendida como la capacidad de ordenar y organizar las acciones motrices orientadas hacia un objetivo determinado con precisión, eficacia, economía y armonía; integrando multitud de factores necesarios para la realización adecuada de movimientos (Carrillo-López, Rosa-Guillamón y García-Cantó, 2018).

Escolares con baja CM difieren en sus parámetros básicos de salud fisiológica de aquellos con alta CM (Burns, Brusseau, Fu y Hannon, 2017). A su vez, una CM general más baja es un predictor crucial que subyace a la creación de autopercepción y también a la autoevaluación de las propias competencias en el dominio de la actividad física (AF) (Milne, Leong y Hing, 2016).

Una mejora de esta puede llevar a una mayor AF progresiva que genere más competencia física en la infancia y la edad adulta (Fort-Vanmeerhaeghe, Román-Viñas y Font-Lladó, 2017). Posteriormente, esto puede conducir a una espiral de formación de actitudes positivas hacia un estilo de vida activo (Ružbarská, 2016), que perduren en la edad adulta temprana (Sackett y Edwards, 2019). Si bien no existe consenso a la hora de establecer un momento clave en el que se adquiere y desarrolla la CM, se considera que, en los periodos previos a la pubertad, existe una fase en la cual el trabajo de coordinación es especialmente sensible para influenciar positivamente sobre el desarrollo posterior de las habilidades motrices básicas (Rosa-Guillamón y García-Cantó, 2018).

En este sentido, la edad tiene una gran influencia en la capacidad de ejecución de la CM; a mayor edad mayor capacidad de ejecución (Balaban y Bešič, 2017). En una revisión sistemática se ha reflejado que las discusiones sobre el crecimiento y el rendimiento motor de los niños a menudo se establecen en el contexto de la aptitud física (Cattuzzo et al., 2016). Los componentes de la aptitud física adquieren importancia ya que están asociados con enfermedades crónicas, cardiovasculares y otros daños relacionados con el estilo de vida sedentario en población infanto-juvenil y adulta. Sin embargo, no se comprenden los mecanismos que son esenciales para la adopción y mantenimiento de la adherencia deportiva durante la juventud y la edad adulta (Ignacio, 2015).

Una medida integrada y eficaz de las estructuras y funciones que intervienen en la realización de las actividades humanas es la aptitud o condición física (Rosa-Guillamón, García-Cantó y Carrillo-López, 2019b). Su principal exponente es la capacidad aeróbica, la cual actúa como un potente indicador fisiológico del estado general de salud (Rosa-Guillamón, Carrillo-López y García-Cantó, 2019a). En una revisión sistemática se ha descrito que la mejora de la capacidad aeróbica (CA) puede ejercer una influencia directa en conexiones y estructuras neuronales en áreas cerebrales como la corteza motora (Donnelly et al., 2016).

Recientes estudios han analizado las asociaciones entre la CM y CA, describiendo que son asociaciones variables entre los grupos de edad y cambian a lo largo de la infancia (Burns et al., 2017; Haugen y Johansen, 2018; Stodden, Gao, Goodway y Langendorfer, 2014). Un metaanálisis reciente ha indicado una relación positiva, de moderada a elevada, entre la CA y la CM, que se fortalece con el aumento de la edad. Sin embargo, los resultados también indican que se necesita más investigación para evaluar similitudes y diferencias en los instrumentos utilizados en la primera etapa escolar (Utesch, Bardid, Büsch y Strauss, 2019), dado que otros estudios con otros instrumentos utilizados no evaluaron todas las dimensiones de la CM: locomotor, estabilidad y control de objeto (Luz, Cordovil, Almeida y Rodrigues, 2017) sugiriendo que diferentes baterías

de prueba más limitadas pueden causar discrepancias en los resultados con respecto a la correlación entre la CM y la CA (Gísladóttir, Haga y Sigmundsson, 2019).

Actualmente, están en uso multitud de pruebas diferentes en el mundo relacionadas con las habilidades motoras básicas, destacando algunas de ellas debido al uso generalizado o la alta confiabilidad y validez; como el TGMD-II (Ruiz-Pérez, Rioja-Collado, Graupera-Sanz, Palomo-Nieto y García-Coll, 2015; Bastik, Kalkavan, Yamaner, Sahin y Gullu, 2012). Por tanto, evitar un deterioro motor pasa por una evaluación de la asociación entre la aptitud cardiovascular y coordinación, algo que cobra especial trascendencia en Educación Primaria, ya que es un tramo de la vida especialmente sensible al cambio y la transformación (Ruiz-Pérez et al., 2015).

Sobre la base de estos precedentes, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre capacidad aeróbica y coordinación motriz en escolares de educación primaria con un rango de edad comprendido entre los 6 y los 9 años de edad.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Diseño y participantes

Se trata de un estudio descriptivo de corte transversal realizado con 163 escolares (92 varones y 71 mujeres), en edades comprendidas entre 6 y 9 años (media  $\pm$  desviación estándar:  $7.53 \pm 1.14$  años), pertenecientes a dos escuelas públicas de la comarca de la Vega Media de la Región de Murcia (España) (Tabla 1). Las edades corresponden a los cursos escolares de primero a cuarto de educación primaria. Se seleccionaron estos colegios por la predisposición favorable de los docentes de educación física a participar en el estudio, siendo seleccionados los participantes de manera no aleatoria (muestra de conveniencia). No obstante, se informó a la dirección de los centros sobre la finalidad del estudio, obteniéndose el consentimiento informado de los padres. Como criterio de inclusión se planteó la asistencia habitual a las sesiones de educación física del colegio durante los últimos dos meses. Como criterios de exclusión se plantearon: 1) padecer alguna patología cardiovascular u osteoarticular que impidiese el rendimiento físico máximo en los test de campo; 2) no presentar el consentimiento informado de las familias.

En la investigación se respetó las normas deontológicas establecidas en la Declaración de Helsinki (2013), siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa española sobre estudios en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos). Este estudio fue evaluado por el comité de bioética de la Universidad de Murcia.

TABLA 1  
Distribución de la muestra.

	6 años		7 años		8 años		9 años		Total	
	N	%	n	%	N	%	n	%	n	%
Varones	19	47.5	27	62.8	21	61.8	25	54.3	92	56.4
Mujeres	21	52.5	16	37.2	13	38.2	21	45.7	71	43.6
Total	40	100.0	43	100.0	34	100.0	46	100.0	163	100.0

Fuente: elaboración propia

### Instrumentos

#### *Variable predictora*

Para medir la CA de los participantes se empleó el test de Course-Navette (Léger, Mercier, Gadoury y Lambert, 1988); se utilizó como instrumento un teléfono móvil (Xiaomi, Mi A1, Pekín, China) y un altavoz bluetooth (Xiaomi, 4.0 Speaker Square Box, Pekín, China). Esta prueba consiste en realizar una carrera de ida y vuelta sobre una distancia de 20 metros, siguiendo el ritmo marcado por una señal sonora (*beep*). La velocidad inicial de la carrera impuesta por esta señal es de 8.5 km/h-1 y se incrementa en 0.5 km/h-1 en cada intervalo de un minuto. Cada carrera de 20 metros se considera una vuelta, mientras que cada periodo de un minuto completado se denomina *palier*. El test tiene un total de 20 periodos y la cantidad de repeticiones de 20 metros aumenta de manera análoga a la velocidad. Esto es debido a que, al aumentar la velocidad, los participantes deben recorrer más rápido los 20m. Por este motivo, el primer periodo tiene 7 repeticiones de 20 metros y el último periodo tiene 15 repeticiones. Esta prueba incremental máxima finaliza cuando el participante se detiene por la fatiga acumulada o cuando no es capaz de atravesar dos veces consecutivas la línea de 20 metros al sonido del *beep*. Este test se administró una vez registrando el último *palier* o medio *palier* completado.

A partir de los valores de referencia encontrados en la bibliografía para escolares de 6 a 17 años (Castro-Piñero et al., 2011) y con el fin de definir puntos de corte útiles en el contexto pediátrico, se clasificó de manera intuitiva a los participantes en dos grupos: *CA media-baja* (< percentil 75) y *CA alta* ( $\geq$  percentil 75). Para los varones se registró un percentil 75 de 2.2 en 6 años, 2.6 en 7 años, 3.4 en 8 años y 4.3 en 9 años. En las mujeres se obtuvo un percentil 75 de 2.1 en 6 años, 2.9 en 7 años, 2.5 en 8 años y 2.4 en 9 años.

#### *Variables criterio*

Para medir la CM se utilizó el Test Motor GRAMI-2 (Ruiz-Pérez, et al., 2015). En este estudio se siguió el protocolo de aplicación descrito en el manual de instrucciones propuesto por Ruiz-Pérez et al. (2015). Este test se compone de las siguientes pruebas: *Carrera de 30 m*, *Carrera 4 x 9 m con postas*, *Carrera de 7 m a la pata coja*, *Desplazamiento de tres metros sobre soportes de madera*, *Salto lateral a pies juntos* y *Lanzamiento de peso de 1 kg*. Las pruebas de Carrera de 30 m, Carrera 4 x 9 m con postas, Carrera de 7 m a la pata coja y Desplazamiento de tres metros sobre soportes de madera miden el tiempo de ejecución empleado en segundos y décimas de segundo, por lo que un menor tiempo registrado indica un mejor rendimiento en la prueba. La prueba de *Salto lateral a pies juntos* mide el número de saltos realizados en el tiempo establecido de 15", de manera que un mayor número de saltos refleja un mejor rendimiento. La prueba de *Lanzamiento de peso* mide en centímetros la distancia alcanzada mediante un lanzamiento con un balón medicinal de 1kg, de tal forma que a mayor distancia mejor rendimiento.

Para verificar la fiabilidad y validez de estas pruebas se calcularon los coeficientes de correlación intraclase e interexplorador, arrojando valores superiores a .90 en ambos casos. No se observó variabilidad entre las medidas intracasos ( $. < .05$ ), por lo que el test mostró una validez adecuada (Shrout y Fleiss, 1979). Para el presente estudio se calcularon valores de cero a diez de cada una de estas pruebas. A partir de estas puntuaciones ajustadas por edad y sexo se creó la variable *índice de CM* (ICM) como un único factor de coordinación y control motor. Se utilizó esta variable para clasificar a los participantes en dos grupos: (a) con un *menor ICM* ( $X < \text{percentil } 50$ ) y (b) con un *mayor ICM* ( $X \geq \text{percentil } 50$ ).

## Procedimiento

En el trabajo de campo participaron dos expertos en ciencias de la actividad física y el deporte. Con la finalidad de verificar la fiabilidad y validez de las pruebas, desarrollar una estricta estandarización del protocolo de aplicación y aportar rigurosidad al estudio, se desarrolló durante las sesiones de educación física escolar una prueba piloto con escolares no participantes en el estudio. Se informó a las familias de los participantes en el estudio sobre la necesidad de llevar ropa deportiva, no realizar ejercicio físico intenso la tarde anterior y no alterar la dieta habitual. Los participantes se organizaron en los grupos naturales de clase. Las mediciones se realizaron durante las tres primeras sesiones lectivas para evitar el posible cansancio de la jornada escolar. La

administración de las pruebas se basó en la siguiente estructura: 1) explicación de la prueba; 2) calentamiento basado en movilidad articular dinámica; 3) demostración de la prueba; 4) realización de un intento por parte del participante; 5) administración de la prueba. En primer lugar, se administró el test de Course-Navette. Posteriormente, se administraron las pruebas del test motor dejando un intervalo de recuperación de 5-10 minutos. El trabajo de campo fue realizado durante el mes de enero de 2019.

## Análisis de datos

La prueba de Kolmogorov-Smirnov verificó la normalidad en la distribución de las variables. El análisis descriptivo incluye estadísticos básicos: media, desviación estándar, error estándar y recuento numérico. Se realizó un análisis de correlaciones parciales controladas por edad y sexo entre el test de Course-Navette y las variables de CM (prueba de Pearson). Se llevó a cabo un análisis de varianza multivariado (MANOVA), donde las variables dependientes fueron los test de CM y la variable independiente fue el nivel de CA (medio-bajo y alto). La prueba de Levene fue utilizada para comprobar la homogeneidad de las varianzas. El valor  $p$  de los contrastes de hipótesis *post hoc* se calculó mediante la corrección de Bonferroni. Se fijó un intervalo de confianza al 95%. Los análisis se realizaron de manera conjunta, para varones y mujeres, con la finalidad de lograr una mayor potencia estadística. Se realizó un análisis de regresión lineal para estudiar la relación entre CA (medio-bajo = 1 v. alto = 2) y el nivel de CM (menor = 1 v. mayor = 2) ajustando por sexo (mujeres = 0 y varones = 1) y edad (años). La significancia estadística se fijó a un valor  $p < .05$ . El análisis estadístico fue realizado con el programa *Statistical Package for Social Science. software* (SPSS, 23.0v, Chicago, Illinois, EE.UU.).

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis descriptivo de la muestra de estudio. Con respecto a la CM, los varones tuvieron valores promedio inferiores en las pruebas de carrera 30m, 4 x 9m con postas y 7m a la pata coja; así como valores promedio superiores en saltos laterales a pies juntos y lanzamiento de peso de 1kg. Sin embargo, no se detectaron diferencias en los valores promedio de ICM. En referencia a la prueba de CA, los varones mostraron valores más elevados en la prueba de Course-Navette, además de una prevalencia superior en el nivel alto de CA frente a las mujeres (21.7 vs. 16.9).



**TABLA 2**  
Descriptivos básicos de la muestra de estudio

	Varones (n = 92)	Mujeres (n = 71)	Total (n = 163)
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Carrera 30m (s)	7.5 ± .7	7.9 ± .8	7.7 ± .8
4 x 9m con postas (s)	15.4 ± 1.4	16.2 ± 1.6	15.7 ± 1.5
7m a la pata coja (s)	4.5 ± .8	4.7 ± .8	4.6 ± .8
Desplazamiento sobre soportes (s)	44.2 ± 12.0	47.5 ± 13.2	45.6 ± 12.6
Salto lateral en 15" (n)	20.3 ± 6.8	19.0 ± 6.7	19.7 ± 6.8
Lanzamiento de peso de 1kg (cm)	299.2 ± 87.6	245.3 ± 70.0	275.7 ± 84.5
Índice de coordinación motriz (0-10)	5.3 ± 2.2	5.3 ± 2.4	5.3 ± 2.3
Course-Navette (mL/kg-1/min-1)	2.5 ± 1.3	2.0 ± .8	2.3 ± 1.1
Medio-bajo <sup>a</sup> , n (%)	72 (78.3)	59 (83.1)	131 (80.4)
Alto <sup>a</sup> , n (%)	20 (21.7)	12 (16.9)	32 (19.6)

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> Capacidad aeróbica = calculada a partir de los estadios registrados en el test de Course-Navette (Léger et al., 1988); niveles medio-bajo y alto según puntos de corte basados en Castro-Piñero et al. (2011).

Para el análisis inferencial se aplicó, en primer lugar, una prueba de Pearson, para analizar la posible correlación entre el test de Course-Navette y las variables de CM (Tabla 3). El análisis de correlaciones parciales mostró que valores más elevados en el test de Course-Navette se correlacionaron con rendimientos superiores en los test de carrera de 30m, 4 x 9m con postas, 7m a la pata coja, desplazamiento sobre soportes y saltos laterales en 15" ( $p < 0.001$ , para todas). No se observaron correlaciones en lanzamiento de peso ( $p > .05$ ).

**TABLA 3**  
Correlación entre el test de Course-Navette y el Test Motor GRAMI-2

	Carrera 30m (s)	4x9m con postas (s)	7m a la pata coja (s)	Desplazamiento sobre soportes (s)	Salto lateral en 15" (n)	Lanzamiento de peso de 1kg (cm)
Course-Navette (paliers)	-0.274***	-0.356***	-0.409***	-0.354***	0.364***	0.044

Fuente: elaboración propia.

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, tras verificar la normalidad en la distribución de las variables, permitieron la realización de análisis diferenciales con la intención de verificar la existencia de diferencias significativas en la CM según el nivel de CA (medio-bajo v. alto). Para ello se realizó el análisis MANOVA (Tabla 4). Este análisis detectó diferencias estadísticamente significativas en los test de carrera 30 m ( $F = 10.5$ ,  $p = 0.015$ ), 4 x 9 m con postas ( $F = 8.1$ ,  $p = 0.003$ ), 7 m a la pata coja ( $F = 18.8$ ,  $p < 0.001$ ), desplazamiento sobre soportes ( $F = 12.1$ ,  $p < 0.001$ ) y saltos laterales en 15" ( $F = 8.6$ ,  $p = 0.004$ ). De nuevo, no se detectaron diferencias en la variable de lanzamiento de peso ( $p \geq .05$ ).

TABLA 4  
Diferencias entre la capacidad aeróbica y el Test Motor GRAMI-2

	Capacidad aeróbica <sup>a</sup>	M ± DE <sup>b</sup>	EE	IC 95% (LI-LS)	F	p
Carrera 30m (s)	A (n = 131)	7.7 ± 0.8	0.07	7.6 - 7.9	10.5	0.001
	B (n = 32)	7.2 ± 0.5	0.14	6.9 - 7.5		
4 x 9m con postas (s)	A (n = 131)	15.9 ± 1.5	0.13	15.6 - 16.1	8.1	0.005
	B (n = 32)	15.0 ± 1.2	0.26	14.5 - 15.6		
7 m a la pata coja (s)	A (n = 131)	4.7 ± 0.8	0.06	4.5 - 4.8	18.8	< 0.001
	B (n = 32)	4.0 ± 0.4	0.13	3.8 - 4.3		
Desplazamiento sobre soportes (s)	A (n = 131)	47.2 ± 12.8	1.06	45.1 - 49.3	12.1	0.001
	B (n = 32)	38.9 ± 9.0	2.15	34.6 - 43.1		
Saltos laterales en 15" (n)	A (n = 131)	18.9 ± 6.7	0.57	17.8-20.1	8.6	0.004
	B (n = 32)	22.8 ± 6.0	1.17	20.5-25.1		
Lanzamiento de peso de 1kg (cm)	A (n = 131)	274.8 ± 83.9	7.40	260.2 - 289.4	.1	0.781
	B (n = 32)	279.4 ± 88.2	1.98	249.8 - 309.1		
Índice de coordinación motriz (0-10)	A (n = 131)	5.0 ± 2.2	.19	4.6-5.4	13.3	< 0.001
	B (n = 32)	6.6 ± 1.9	.38	5.8-7.3		

Fuente: elaboración propia

<sup>a</sup> Capacidad aeróbica, A = medio-bajo, B = alto

<sup>b</sup> media de las puntuaciones de las variables del test motor GRAMI-2. EE=error estándar.

Por último, los resultados de la prueba de análisis de regresión lineal que muestra la asociación de la CA con la CM se presentan en la Tabla 5. El modelo arrojó unos valores  $R = .496$  y de Durbin-Watson = 1.979. El ANOVA arrojó unos valores  $F = 52.153$ ,  $p < .001$ . La CA se asoció con la CM tras ajustar por sexo y edad; así, un mayor nivel de CA se relacionó con una mejor CM ( $\beta$  no estandarizada = 1.493;  $t = 4.613$ ;  $p < 0.001$ ). Además, se observó que la edad se asoció también con la CM; de manera que conforme aumenta la edad mejor es la CM ( $\beta$  no estandarizada = 1.293;  $t = 11.501$ ;  $p < .001$ ).

TABLA 5  
Relación entre capacidad aeróbica y coordinación motriz tras ajustar por sexo, edad y potencia explosiva del tren inferior

	Índice de Coordinación Motriz (ICM) <sup>a</sup>			
	$\beta$	EE	t	p
Sexo	.206	.259	.796	.427
Edad (años)	1.293	.112	11.501	< .001
Capacidad aeróbica <sup>b</sup>	1.493	.324	4.613	< .001

Fuente: elaboración propia

<sup>a</sup> Coordinación motriz expresada a partir del índice de coordinación motriz (ICM)

<sup>b</sup> Capacidad aeróbica calculada a partir de los paliers registrados en el test de Course-Navette (Léger et al., 1988); niveles medio-bajo y alto según puntos de corte basados en Castro-Piñero et al. (2011).



## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la capacidad aeróbica y la coordinación motriz en escolares de 6 a 9 años. Tras aplicar la prueba de regresión lineal, los resultados indican que la capacidad aeróbica se relaciona positivamente con el nivel de coordinación motriz, observándose que una mayor edad se asocia con una mejor coordinación motriz (véase Tabla 5).

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en otros estudios, los cuales muestran que la CM no se correlaciona significativamente con el estado físico o la actividad física en escolares de Educación Primaria (Burns et al., 2017; Schott, Alof, Hultsch y Meermann, 2007).

Una posible explicación puede ser debido a las diferencias en la maduración somática de escolares de esta franja etaria (Luz et al., 2016), ya que puede ser que estos escolares estén al final de la fase de movimiento fundamental (etapa madurativa) y/o al comienzo de la fase de habilidades motoras especializadas, más específicamente en la etapa de transición (Krebs, Duarte, Nobre, Nazario y Santos, 2011).

Otros estudios han indicado posibles diferencias debido al inicio de la Educación Física organizada en la primera infancia (es decir, preescolar) explicando las diferencias en la CA encontradas en el presente estudio (Luz et al., 2019). En este sentido, el desarrollo físico y psicológico de un individuo es un proceso complejo y multifacético que evoluciona sinérgicamente a través del tiempo y que necesita de mayor explicación (Robinson et al., 2015).

Es prescriptivo señalar que el distinto protocolo utilizado en los estudios para evaluar la CA o la CM podría ser causante de estas diferencias, ya que el test de 20 metros de ida y vuelta requiere de un cambio de dirección durante la carrera y el ritmo, lo que puede comprometer el rendimiento aeróbico del escolar (Santos et al., 2012), existiendo otras pruebas para evaluar la CM que toman en cuenta diferentes criterios como formas y patrones de movimiento, tiempo, distancia y repeticiones de cada tarea para el análisis del desempeño (Krebs, Duarte, Nobre, Nazario y Santos, 2011).

De igual modo, es importante destacar que cada prueba motriz analiza de forma diferente la eficiencia biomecánica del movimiento. Por ejemplo, el TGM-II utiliza la carrera, saltar, cambiar de dirección, controlar la realización de sus acciones o el ritmo de estas (Ruiz-Pérez et al., 2015), clasificándose en niveles aptos o no. Sin embargo, el TGMD-2 valora el patrón de movimiento (sincronización del movimiento del brazo, tronco erguido, etc.) (Jaakkola, Yli - Piipari, Huotari, Watt y Liukkonen, 2016).

No obstante, otras investigaciones se muestran en sintonía con lo hallado en este estudio (Cattuzzo et al., 2016; Burns et al., 2017; Capistrano et al., 2016; Vandendriessche et al., 2011; Haugen y Johansen, 2018), incluso después de ajustar el efecto según la edad (Balaban y Bešič, 2017) e independientemente del ambiente familiar del escolar (Lysklett, Berg y Moe, 2019).

Escolares con una edad comprendida entre los 5-17 años y con una CA baja han demostrado una menor competencia percibida y CM, en comparación con escolares con una CA más alta (Milne, Leong y Hing, 2016), lo cual le permitiría al individuo con mejores cualidades aeróbicas ser capaz de llevar a cabo tareas motrices complejas que, a su vez, lo harían más eficaz y eficiente en el medio socio-cultural en el que se desarrolla como persona, además de que le facilita incrementar la frecuencia y variedad de las actividades físicas y amplía las oportunidades para tener éxito en sus relaciones sociales (Ruiz-Pérez et al., 2015).

A su vez, estudios neurológicos han descrito que la CA influye en áreas cerebrales como la corteza motora, dividida en áreas de la corteza cerebral responsables de los procesos de planificación, control y ejecución de las funciones motoras voluntarias (Donnelly et al., 2016). En este sentido, se debe enfatizar el desarrollo de las creencias de competencia de estudiantes de Educación Física y ciertos patrones de movimiento, especialmente durante la infancia media. Por ello, los programas de Educación Física deben prestar especial atención a mejorar la adquisición de habilidades y la motivación del escolar (Gu, Thomas y Chen 2017).

Al categorizar la muestra según su nivel de CA, se observó que aquellos con un nivel alto v. medio/bajo mostraron rendimientos superiores en los test de CMG; a excepción del lanzamiento de peso (véase

Tabla 4). Por tanto, realizar una habilidad motora requiere de altos niveles de control y coordinación intra e intermuscular para acelerar y detener los micro movimientos de múltiples articulaciones con respecto a la tarea solicitada; pudiendo influir positivamente la CA en la CM (Utesch, Bardid, Büsch y Strauss, 2019).

En esta línea argumental, Luz et al. (2017) reflejan que independientemente de la edad, el sexo y los valores de IMC, escolares con una CA alta pasan más tiempo haciendo actividades físicas y participando en deportes, lo cual podría generar más oportunidades para mejorar su CM. Se ha descrito que un déficit de CA puede generar un mal funcionamiento motor, derivando en una menor participación en actividades físicas, por lo que al menos parte de la razón por la cual se obtiene un rendimiento inferior en las pruebas de resistencia aeróbica es porque no creen ser tan adecuados como otros escolares en actividades físicamente activas (Stodden, Gao, Goodway y Langendorfer, 2014).

Asimismo, algunos estudios han señalado que la CA está relacionada con la habilidad locomotora y la aptitud músculo esquelética de las extremidades inferiores, pero no con las extremidades superiores (Luz et al., 2017), esto puede ser debido a que el lanzamiento de peso requiere únicamente de la fuerza explosiva del tren superior y no de la CA.

Otro de los resultados obtenidos en el presente estudio es que el 80.4% de escolares presenta un nivel medio-bajo frente al 19.6%, quienes presentan un nivel alto de CA (véase Tabla 2). Teniendo en cuenta esta situación, se puede recomendar dirigir las actividades físicas que impliquen una mejora de la aptitud cardiorrespiratoria que permita, a su vez, aumentar la habilidad motora que tiene un efecto positivo en el éxito y la capacidad de trabajar positiva o negativamente en cada etapa de la vida (İbiş, Tepe y Aktuğ, 2019), involucrando a las familias (Sánchez-Méndez, Salicetti-Fonseca y Hernández-Elizondo, 2018; Laukkanen, Pesola, Heikkinen, Sääkslahti y Finni, 2015). Esta mejora podría repercutir en un óptimo desempeño motor, por lo que, ambos constructos jugarían un papel importante en la prevención o moderación de la llamada trayectoria negativa que conduce a un estilo de vida poco saludable, de ahí la importancia de estos resultados obtenidos.

Las limitaciones del diseño transversal condicionan las interpretaciones casuales de nuestros hallazgos. Una segunda limitación es la ausencia de información madurativa, es decir, a pesar de que la maduración biológica influye en todos los aspectos del crecimiento y el desarrollo, pudiendo influir en los resultados, las características de maduración no se recopilaron para los fines de este estudio. Además, el estilo de vida y el historial de participación en los deportes pueden influir en el rendimiento motor y la forma física de los escolares, por lo que se recomienda incluir en futuros estudios estas variables. La principal aportación del estudio es el análisis de dos determinantes en el rendimiento motor de la persona, el cual es crucial en un mecanismo complejo que subyace a la adopción de un estilo de vida saludable desde las primeras fases etarias que perduran hasta la edad adulta.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, se podría indicar que, en la muestra analizada de escolares de 6 a 9 años de edad, la capacidad aeróbica se asocia de manera positiva con diversas pruebas que miden la coordinación motriz. Una intervención pedagógica eficaz desde el área de educación Física que contemple el desarrollo tanto de la capacidad aeróbica como de la coordinación motriz podría favorecer la adherencia a la actividad física en escolares de enseñanza primaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balaban, V. y Bešić, D. (2017). The relationship between physical fitness and motor skills in middle childhood children. *Studia sportiva*, 11(1), 135-143. doi: <https://doi.org/10.5817/StS2017-1-31>

- Bastik, C., Kalkavan, A., Yamaner, F., Sahin, S. y Gullu, A. (2012). Investigation of basic motor skills according to TGMD-2 test on male athletes of 10 ages group who participated to competitions in different sports branches. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4741-4745. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.328>
- Burns, D., Brusseau, A., Fu, Y. y Hannon, C. (2017). Gross Motor Skills and Cardiometabolic Risk in Children: A Mediation Analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(4), 746-751. doi: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001147>
- Capistrano, R., Ferrari, P., Alexandre, M., da Silva, C., Cardoso, L. y Beltrame, S. (2016). Relation between motor performance and physical fitness level of schoolchildren. *Journal of Human Growth and Development*, 26(2), 174-180. doi: <https://doi.org/10.7322/jhgd.119261>
- Carrillo-López, P. J., Rosa-Guillamón, A. y García-Cantó, E. (2018). Análisis de la coordinación motriz global en escolares de 6 a 9 años atendiendo al género y edad. *TRANCES. Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, (3), 281-306.
- Castro-Piñero, J., Ortega, B., Keating, D., González-Montesinos, L., Sjöström, M. y Ruíz, R. (2011). Percentile values for aerobic performance running/walking field tests in children aged 6 to 17 years; influence of weight status. *Nutrición hospitalaria*, 26(3), 572-578. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.3.4597>
- Cattuzzo, T., dos Santos, R., Ré, N., de Oliveira, S., Melo, M., de Sousa Moura, M. y Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2), 123-129. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179993>
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etner, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K. y Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 1197. doi: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Román-Viñas, B. y Font-Lladó, R. (2017). ¿Por qué es importante desarrollar la competencia motriz en la infancia y la adolescencia? Base para un estilo de vida saludable. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 52(195), 103-112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2016.11.001>
- Gísladóttir, T., Haga, M. y Sigmundsson, H. (2019). Motor Competence in Adolescents: Exploring Association with Physical Fitness. *Sports*, 7(7), 176. doi: <https://doi.org/10.3390/sports7070176>
- Gu, X., Thomas, T. y Chen, Y. L. (2017). The role of perceived and actual motor competency on children's physical activity and cardiorespiratory fitness during middle childhood. *Journal of Teaching in Physical Education*, 36(4), 388-397. doi: <https://doi.org/10.1123/jtpe.2016-0192>
- Haugen, T. y Johansen, B. T. (2018). Difference in physical fitness in children with initially high and low gross motor competence: A ten-year follow-up study. *Human movement science*, 62, 143-149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.10.007>
- Ibiş, S., Tepe, Z. G. y Aktuğ, Z. B. (2019). The investigation of relationship between body mass index and physical activity level along with motor skill in children. *Journal of Human Sciences*, 16(3), 823-830. doi: <https://doi.org/10.14687/jhs.v16i3.5772>
- Ignácio, M. C. (2015). Habilidades motoras fundamentais e aptidão física relacionada à saúde em crianças: um estudo descritivo e associativo. Curso Pregrado: Universidad Federal de Rio Grande do Sul.
- Jaakkola, T., Yli-Piipari, S., Huotari, P., Watt, A. y Liukkonen, J. (2016). Fundamental movement skills and physical fitness as predictors of physical activity: A 6 - year follow - up study. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 26(1), 74-81. doi: <https://doi.org/10.1111/sms.12407>
- Krebs, R. J., Duarte, M. G., Nobre, G. C., Nazario, P. F. y Santos, J. O. (2011). Relação entre escores de desempenho motor e aptidão física em crianças com idades entre 07 e 08 anos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(2), 94-99. doi: <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n2p94>
- Laukkanen, A., Pesola, A. J., Heikkinen, R., Sääkslahti, A. K. y Finni, T. (2015). Family-based cluster randomized controlled trial enhancing physical activity and motor competence in 4-7-year-old children. *PLoS One*, 10(10). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141124>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C. y Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>

- Luz, C., Cordovil, R., Almeida, G. y Rodrigues, L. (2017). Link between motor competence and health related fitness in children and adolescents. *Sports*, 5(2), 41. doi: <https://doi.org/10.3390/sports5020041>
- Luz, C., Cordovil, R., Rodrigues, L. P., Gao, Z., Goodway, J. D., Sacko, R. S. y Stodden, D. F. (2019). Motor competence and health-related fitness in children: A cross-cultural comparison between Portugal and the United States. *Journal of sport and health science*, 8(2), 130-136. doi: <https://doi.org/10.3390/sports5020041>
- Luz, L. G., Cumming, S. P., Duarte, J. P., Valente-dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A. y Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Independent and combined effects of sex and biological maturation on motor coordination and performance in prepubertal children. *Perceptual and motor skills*, 122(2), 610-635. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.01.005>
- Lysklett, O. B., Berg, A. y Moe, B. (2019). Motor competence and physical fitness among children attending nature preschools and traditional preschools. *International Journal of Play*, 8(1), 53-64. doi: <https://doi.org/10.1080/21594937.2019.1580337>
- Milne, N., Leong, G. M. y Hing, W. (2016). The relationship between children's motor proficiency and health - related fitness. *Journal of paediatrics and child health*, 52(8), 825-831. <https://doi.org/10.1111/jpc.13236>
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P. y D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Medicine*, 45(9), 1273-1284. doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0351-6>
- Rosa-Guillamón, A. y García-Cantó, E. (2018). Análisis bibliográfico de los modelos teóricos explicativos del aprendizaje motor. *Revista Peruana de ciencia de la actividad física y del deporte*, 5(4), 15-15.
- Rosa-Guillamón, A., Carrillo-López, P. J. y García-Cantó, E. (2019a). Capacidad aeróbica y salud relacionada con la condición física en niños y adolescentes españoles. *Athlos: Revista internacional de ciencias sociales de la actividad física, el juego y el deporte*, (17), 85-108.
- Rosa-Guillamón, A., García-Canto, E. y Carrillo-López, P. J. (2019b). Relación entre capacidad aeróbica y el nivel de atención en escolares de primaria. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (35), 36-41. doi: <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.60729>
- Ruiz-Pérez, L. M., Rioja-Collado, N., Graupera-Sanz, J. L., Palomo-Nieto, M. y García-Coll, V. (2015). GRAMI-2: desarrollo de un test para evaluar la coordinación motriz global en la educación primaria. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 10(1), 103-111. doi: <https://doi.org/10.5232/ricyde2017.04907>
- Ružbarská, I. (2016). Physical fitness of primary school children in the reflection of different levels of gross motor coordination. *Acta Gymnica*, 46(4), 184-192. doi: <https://doi.org/10.5507/ag.2016.018>
- Sackett, S. C. y Edwards, E. S. (2019). Relationships among motor skill, perceived self-competence, fitness, and physical activity in young adults. *Human movement science*, 66, 209-219. doi: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.04.015>
- Sánchez-Méndez, M., Salicetti-Fonseca, A. y Hernández-Elizondo, J. (2018). Efecto de un programa de educación física regular y cuentos motores en la aptitud física y desarrollo motor de escolares costarricenses. *SPORT TK- Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 7(2), (Supl. 1), 67-74. doi: <https://doi.org/10.6018/sportk.343261>
- Santos, M. M., Ribeiro, S. M., Pellegrini, A. M., Rocha, P. H. y Hiraga, C. Y. (2012). Do children with motor difficulties show low levels of physical fitness?. *Motriz: Revista de Educação Física*, 18(4), 748-756. doi: <https://doi.org/10.1590/S1980-65742012000400013>
- Schott, N., Aloff, V., Hultsch, D., Meermann, D. (2007). Physical fitness in children with developmental coordination disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(5), 438-450. doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2007.10599444>
- Shrout, P. E. y Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological bulletin*, 86(2), 420. doi: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>
- Stodden, D. F., Gao, Z., Goodway, J. D. y Langendorfer, S. J. (2014). Dynamic relationships between motor skill competence and health-related fitness in youth. *Pediatric exercise science*, 26(3), 231-241. doi: <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0027>

- Utesch, T., Bardid, F., Büsch, D. y Strauss, B. (2019). The relationship between motor competence and physical fitness from early childhood to early adulthood: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(4), 541-551. doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01068-y>
- Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J. y Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatric Exercise Science*, 23(4), 504-520. doi: <https://doi.org/10.1123/pes.23.4.504>

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Cómo citar:* Rosa-Guillamón, A., Carrillo-López, P.J. y García-Cantó, E. (2021). Capacidad aeróbica y coordinación motriz en escolares de primaria. *Revista Educación*, 45(2). Recuperado de <http://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41509>