

## Relación entre la condición física y rendimiento académico en matemáticas y lenguaje en estudiantes españoles de educación secundaria: Un estudio longitudinal

The relationship between physical fitness and academic performance in Spanish secondary education students: A longitudinal study

José María Cancela Carral, Carlos Ayán Pérez, María Jesús Sanguos Espiño

Departamento de Didácticas Especiales. Universidad de Vigo. España.

### CORRESPONDENCIA:

José M<sup>a</sup> Cancela Carral  
ghi22@uvigo.es

Recepción: noviembre 2014 • Aceptación: noviembre 2015

### Resumen

La relación entre rendimiento académico y condición física ha sido principalmente investigada en estudios de diseño transversal que, por lo general, han incluido población no española. En este estudio longitudinal se recogió información de 100 alumnos/as que cursaron 3º, 4º de la ESO y 1º de Bachillerato durante los cursos académicos 2009/10, 2010/11 y 2011/12 en un centro educativo público de Galicia. El nivel de condición física se determinó mediante los resultados obtenidos en un conjunto de test físicos de valoración de la resistencia aeróbica, la fuerza explosiva, la agilidad y la flexibilidad adaptados a la edad de los alumnos/as. Como indicador de rendimiento académico se eligieron las calificaciones obtenidas en las asignaturas de Lengua Castellana y Matemáticas. Se encontró una asociación directa y significativa entre cada una de las capacidades físicas evaluadas y el rendimiento académico en la asignatura de Matemáticas para cada uno de los tres años evaluados solo en los chicos. El modelo predictivo desarrollado indicó que la resistencia aeróbica fue la capacidad física que más influyó sobre la probabilidad de obtener un rendimiento académico positivo con independencia del curso académico y del sexo. Estos resultados sugieren que la relación entre condición física y rendimiento académico (valorado mediante las notas obtenidas en Matemáticas y Lengua Castellana) parece estar influenciada por el sexo y por el tipo de habilidad cognitiva implicada en las asignaturas objeto de estudio.

**Palabras clave:** adolescentes, condición física, educación secundaria, rendimiento académico.

### Abstract

The relationship between academic performance and physical condition has mainly been researched in studies of a cross-sectional nature that have largely focused on non-Spanish subjects. In this longitudinal study information was gathered from 100 students of 3rd and 4th years of ESO and 1st year of Bachillerato during the academic years 2009/10, 2010/11 and 2011/12 in a Galician state school. The level of physical condition was determined through the results obtained in a series of physical tests aimed at assessing aerobic endurance, explosive strength, agility and flexibility adapted to the age of the students. Grades earned were taken as a benchmark of academic performance for the subjects of Spanish and mathematics. A direct and significant association was found only in boys between each of the physical capacities assessed and the academic performance in mathematics during the three-year evaluation period. The predictive model developed indicated that aerobic endurance was the most influential physical capacity on the probability of obtaining a positive academic performance, regardless of the academic year and sex. These results suggest that the relationship between physical condition and academic performance (using grades in Spanish and mathematics as an assessment tool) seems to be influenced both by sex and the type of cognitive ability involved in the subject areas under study.

**Key words:** Adolescents, physical condition, secondary education, academic performance.

## Introducción

La influencia que la condición física (CF) parece tener sobre el rendimiento académico en alumnos/as de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) es un tema largamente estudiado, pero sobre el que conviene realizar ciertas puntualizaciones. En primer lugar, esta idea ha sido tradicionalmente enunciada a partir de la relación directa y positiva encontrada entre la cantidad de actividad física realizada y el rendimiento cognitivo en adolescentes (Sibley & Etnier, 2003). De hecho, se han realizado un considerable número de investigaciones sobre la influencia que tiene el llevar un estilo de vida activo sobre el rendimiento académico, pero gran parte de los mismos se han centrado en cuantificar la realización de actividad física por parte del alumno/a, en vez de valorar su nivel de CF (Donnelly & Lambourne, 2011; Singh, Uijtdewilligen, Twisk, van Mechelen, & Chinapaw, 2012). Este es un hecho especialmente remarkable, dado que ha sido observado que la cantidad de actividad física realizada y la CF no siempre ejercen el mismo tipo de influencia sobre el rendimiento académico (Trudeau & Shephard, 2008). En segundo lugar, a pesar de que distintos estudios han tratado ya de identificar la relación entre el nivel de CF y el rendimiento académico (Bass, Brown, Laurson, & Coleman, 2013), los mismos se han centrado en valorar distintos componentes aislados de la misma, principalmente la capacidad aeróbica (Raine, Lee, Saliba, Chaddock-Heyman, Hillman, & Kramer, 2013; Rauner, Walters, Avery, & Wanser, 2013) y en menor medida la coordinación (Lopes, Santos, Pereira, & Lopes, 2013), siendo escasas las investigaciones que han valorado la CF en su totalidad. A este respecto es importante mencionar que las investigaciones sobre rendimiento académico y CF en el marco escolar suelen por lo general emplear la misma batería de test para valorar el nivel de forma física de los estudiantes, la conocida FITNESSGRAM® (Plowman, Sterling, Corbin, Meredith, Welk, & Morrow, 2006), siendo necesario el analizar qué relaciones pueden observarse a través de otro tipo de pruebas físicas también empleadas en el contexto educativo. Finalmente, conviene destacar que los principales estudios que han valorado la CF en su totalidad al objeto de analizar la influencia de sus diferentes componentes sobre el rendimiento académico (Eveland-Sayers, Farley, Fuller, Morgan, & Caputo, 2009; Coe, Pivarnik, Womack, Reeves, & Malina, 2012; Bass et al., 2013; Coe, Blair, Schutten, & Peddie, 2013) han empleado para tal fin un diseño de corte transversal, con las consiguientes limitaciones a la hora de establecer una relación causa-efecto. Por ello, parece claro que hay una evidente necesidad de realizar investigaciones de ca-

rácter longitudinal, pues permiten analizar la relación entre CF y rendimiento académico a través del análisis de los cambios que se establecen entre ambas variables a lo largo del tiempo. Sin embargo, el número de investigaciones que han tratado de analizar la relación entre rendimiento académico y la CF en estudiantes de secundaria empleando un diseño longitudinal es reducido, proviniendo la evidencia científica existente al respecto principalmente de dos investigaciones. Así, London y Castrechini (2011) encontraron que el nivel de forma física, valorado mediante la batería FITNESSGRAM®, se correlacionaba positivamente con el rendimiento académico de estudiantes californianos. En esta línea, Chen, Fox, Ku, y Taun (2013) observaron que la capacidad aeróbica, pero no la flexibilidad ni la fuerza-resistencia, presentaban una asociación positiva con el rendimiento académico de estudiantes taiwaneses, aunque en este caso la CF no fue valorada en su totalidad.

Ante estas circunstancias, el objetivo de este estudio longitudinal es describir la asociación existente entre el rendimiento académico mostrado por un grupo de estudiantes españoles de educación secundaria y su nivel de CF, valorado a través de un conjunto de pruebas físicas adaptadas a las características del centro educativo en el que se encuentran matriculados.

## Método

### Muestra

En este estudio longitudinal y de tres años de duración se recogió información de un mismo grupo de alumnos ( $n = 100$ ; edad media =  $16.05 \pm 0.35$  años; 60% alumnas) que cursaron 3º, 4º de la ESO y 1º de Bachillerato durante los cursos académicos 2009/10, 2010/11 y 2011/12, respectivamente, en un centro público de Educación Secundaria de la ciudad de Pontevedra. De acuerdo con el criterio de proximidad domiciliar por el que se rige el proceso de admisión del alumnado, el nivel socio-económico de los mismos se consideró en general como medio-alto.

### Instrumentos

#### Condición Física

Se realizaron una serie de pruebas físicas para valorar los principales componentes de la condición física de los alumnos/as participantes en este estudio. Todas las pruebas se realizaron siguiendo el protocolo establecido en la batería Eurofit (Adam, Klissouras, Ravazzolo, Renson, & Tuxworth, 1988), con excepción

de la prueba de agilidad, para la que se diseñó un test específico y de la prueba de resistencia aeróbica, cuyo procedimiento de administración se adaptó a las caracte-

terísticas del aula de Educación Física. En la Tabla 1 se muestra información detallada sobre las características de todos los test empleados.

**Tabla 1. Pruebas para la valoración de la condición física.**

Prueba	Capacidad Física	Descripción de la prueba	Validez y fiabilidad
Salto horizontal (Adam et al., 1988)	Fuerza explosiva de miembros inferiores	Esta prueba evalúa la distancia que se puede alcanzar tras realizar un salto desde parado, tomando impulso con ambas piernas. Los pies deben estar colocados en paralelo y a la anchura de las caderas. La distancia a medir se ubica entre la línea de partida y la huella más cercana a la misma dejada tras el salto. Se permiten tres intentos y se registra la mayor distancia en centímetros.	Validez: Alta con la prueba "Squat Jump" ( $r = 0.807$ ) Alta con la prueba "Counter-Movement Jump" ( $r = 0.843$ ) Alta con la prueba de "Salto Vertical" ( $r = 0.911$ ) (Castro-Piñero, Ortega, Artero, Girela-Rejón, Mora, Sjöström, & Ruiz, 2010)  Fiabilidad: Niños/as 8 a 16 años: $ICC = 0.93 - 0.96$ (Vanhelst, Béghin, Fardy, Ulmer, & Czaplicki, 2014)
Carrera de 10 metros en zig-zag de ida y vuelta.	Agilidad	Esta prueba valora el tiempo que se tarda en recorrer una distancia de 10 metros en carrera de ida y vuelta. Partiendo desde la posición de sentado se recorren en zig-zag 8 conos dispuestos de manera equidistante a lo largo del recorrido y se recoge una pelota de tenis situada a 2 metros del último cono. Se regresa al punto de partida del mismo modo. Se registra el tiempo en segundos alcanzado en un solo intento.	No han sido informadas para la población objeto de estudio.
50 metros lisos (Adam et al., 1988)	Velocidad	Esta prueba valora el tiempo que se tarda en recorrer 50 metros lisos. Partiendo desde parado y de pie con ambos pies situados a la altura de los hombros se debe correr a la mayor velocidad posible. Se registra el tiempo en segundos del único intento permitido.	Validez: Moderada con el test de Wingate ( $r = 0.46$ ) (Zagatto, Beck, & Gobatto, 2009).  Fiabilidad: Niños/as 8 a 16 años: $ICC = 0.95 - 0.96$ (Vanhelst, Béghin, Fardy, Ulmer, & Czaplicki, 2014)
1000 metros lisos. (Adam et al., 1988)	Resistencia Cardiovascular	Esta prueba valora el tiempo empleado para recorrer cuatro veces una distancia de 250 metros lisos (4 x 250 metros). Se registra el tiempo en minutos y segundos del único intento permitido.	Validez (1000 m lisos): Alta con $VO_{2max}$ . ( $r = 0.88$ ) (Díaz, Montaña, Melchor, Guerrero, & Tovar, 2000).  Fiabilidad (1000 m lisos): Adultos. $ICC = 0.96$ (Díaz, Montaña, Melchor, Guerrero, & Tovar, 2000).
Sit and reach (Adam et al., 1988)	Flexibilidad	Esta prueba valora la flexión del tronco. Para su desarrollo se necesita un cajón de flexibilidad milimetrado sobre el que el se apoyan ambas plantas de los pies, en posición sedente y con ambas rodillas extendidas. Sin modificar esta posición, se flexiona el tronco a la vez que se dirigen ambos brazos (que se encuentran extendidos y con las palmas de las manos superpuestas) hacia la superficie superior del cajón, de modo que los dedos se situaron sobre la zona milimetrada. Se permiten dos intentos y se registra la mayor distancia alcanzada en centímetros. Dos Intentos. Se recogió la mayor distancia lograda en centímetros.	Validez: Modera con flexibilidad de isquiotibiales ( $r = 0.60 - 0.73$ ) (Ekstrand, Wiktorsson, Oberg, & Gillquist, 1982)  Baja con flexibilidad posterior de la espalda ( $r = 0.24 - 0.30$ ) (Macrae & Wright, 1969)  Fiabilidad: Niñas 13 - 15 años. $ICC = 0.99$ Niños 11 - 14 años $ICC = 0.94 - 0.97$ (Ekstrand, Wiktorsson, Oberg, & Gillquist, 1982)

### Rendimiento académico

Para la valoración del rendimiento académico se tomaron como referencia las calificaciones finales obtenidas por los alumnos/as en cada uno de los cursos académicos anteriormente mencionados en las asignaturas de Matemáticas y Lengua Castellana. Dichas asignaturas fueron elegidas por ser las únicas que valorando las competencias académicas más básicas fueron cursadas por todos los alumnos/as incluidos en el estudio durante los tres cursos académicos analizados en la presente investigación. La valoración del rendimiento académico a través de las calificaciones obtenidas únicamente en ambas asignaturas es un procedimiento que ha sido previamente empleado por otros autores (Desai, Kurpad, Chomitz, & Thomas, 2015; London & Castrechini, 2011; Lopes et al., 2012).

### Procedimiento

Todos los test se realizaron una primera vez durante el primer trimestre del curso académico 2009/10, para que los alumnos/as se familiarizaran con su ejecución. Posteriormente, al objeto de la toma de datos, los test se administraron una vez durante el tercer trimestre de los cursos 2009/10, 2010/11 y 2011/12. Todos los alumnos/as fueron advertidos que el resultado que obtuviesen en cada uno de los test durante estas valoraciones tendrían una repercusión directa en la calificación de la tercera evaluación de la asignatura de Educación Física. La administración y control de los test fue realizada en todos los casos por una profesora titulada superior en Educación Física y con amplia experiencia en la valoración de la condición física en el marco escolar. Las calificaciones académicas se obtuvieron al final de cada curso de acuerdo con la información aportada por la dirección del centro en el que se desarrolló el estudio. Previamente al inicio de la investigación, todos los padres/madres o tutores/as legales de los alumnos y alumnas seleccionados/as para la misma fueron previamente informados/as de su objetivo y posteriormente se obtuvo su consentimiento informado al objeto de permitir la participación de sus hijos/as y/o menores que se encontrasen bajo su tutela.

### Análisis de datos

El estudio de los datos se realizó a través de un análisis descriptivo (*media y desviación típica*), de las variables de condición física y rendimiento académico, segmentando dicho análisis por el sexo y el año de evaluación. Con el fin de analizar la existencia de diferencias significativas a lo largo de los tres años se realizó un análisis inferencial a través de una ANOVA,

analizándose también a través de la prueba t de student para datos independientes si existían diferencias significativas en función del sexo para cada uno de los años estudiados.

El análisis de las posibles relaciones existentes entre los parámetros de condición física y de rendimiento académico se llevó a cabo a través de un estudio correlacional de Pearson. Para identificar qué variables de condición física eran las de mejor predicción en el rendimiento académico se procedió a llevar a cabo una regresión logística binaria, para la cual previamente todas las variables de condición física fueron dicotomizadas mediante el cálculo de especificidad y sensibilidad óptimo en base a la nota de aprobado ( $\text{Nota Matemáticas} / 2 + \text{Nota Lengua castellana} / 2 \geq 5$ ) usando el índice de Youden a través de las curvas "ROC" (Ruopp et al., 2008). Posteriormente se procedió a realizar el análisis de regresión logística binaria con el fin de definir el modelo de mayor predicción del rendimiento académico, por medio de la identificación de los Odds Ratio (OR). Se estableció un nivel de significación de  $p < 0.05$ . El análisis estadístico se realizó usando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (IBM-SPSS para Windows v.21.0, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

### Resultados

Las características de los alumnos y alumnas que finalizaron el estudio, junto con los valores medios obtenidos en cada una de las variables analizadas, se muestran en la Tabla 2. En líneas generales se encontró que la CF evolucionó significativamente si se tienen en cuenta los valores iniciales y finales encontrados tanto en el grupo de alumnas como en el de alumnos, si bien durante el segundo año hubo un ligero empeoramiento de la velocidad en las primeras y de la agilidad y la resistencia cardiovascular en los segundos. La comparación año a año de los valores medios obtenidos en cada una de las pruebas de campo en función del sexo reflejó que existieron diferencias significativas en la fuerza, velocidad, agilidad y resistencia a favor de los alumnos, y en la flexibilidad a favor de las alumnas, que se mantuvieron durante los tres años del estudio. En relación a las calificaciones académicas obtenidas en Matemáticas y en Lengua Castellana las mismas se mantuvieron a un nivel muy parejo, tanto en los alumnos como en las alumnas. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en esta variable para ninguno de los años analizados. La Figura 1 muestra el comportamiento del rendimiento académico en función del género, apreciándose que las

Tabla 2. Edad, calificaciones y resultados obtenidos en las pruebas físicas a lo largo de los tres años por los participantes.

	Alumnas (n=60)			Anova	Alumnos (n=40)			Anova
	2010	2011	2012		2010	2011	2012	
	Media ± SD	Media ± SD	Media ± SD		Media ± SD	Media ± SD	Media ± SD	
Edad (años)	14.03 ± 0.27	15.03 ± 0.27	16.03 ± 0.27	$F_{2,180} = 715.50$ Sig = 0.001	14.08 ± 0.43	15.08 ± 0.43	16.08 ± 0.43	$F_{2,180} = 197.13$ Sig = 0.001
Salto horizontal (cm)	1.50 ± 0.08	1.63 ± 0.10	1.74 ± 0.12	$F_{2,180} = 78.75$ Sig = 0.001	1.65 ± 0.11*	1.78 ± 0.12*	1.90 ± 0.16*	$F_{2,180} = 37.56$ Sig = 0.001
Agilidad (s)	14.43 ± 0.41	13.92 ± 0.41	13.60 ± 0.39	$F_{2,180} = 58.82$ Sig = 0.001	13.09 ± 0.27*	12.85 ± 0.26*	12.58 ± 0.37*	$F_{2,180} = 26.61$ Sig = 0.001
Velocidad (s)	9.10 ± 0.43	8.82 ± 7.50	8.56 ± 1.03	$F_{2,180} = 14.13$ Sig = 0.001	7.82 ± 0.49*	7.55 ± 0.48*	7.24 ± 0.62*	$F_{2,180} = 10.87$ Sig = 0.001
Resistencia (min)	5.16 ± 0.35	4.50 ± 0.32	4.34 ± 0.36	$F_{2,180} = 20.07$ Sig = 0.001	4.16 ± 0.25*	4.28 ± 0.34*	4.03 ± 0.39*	$F_{2,180} = 23.98$ Sig = 0.001
Flexibilidad (cm)	12.50 ± 1.08*	13.05 ± 1.48*	13.24 ± 2.08*	$F_{2,180} = 3.13$ Sig = 0.047	9.54 ± 1.45	9.72 ± 1.30	10.08 ± 1.84	$F_{2,180} = 1.16$ Sig = 0.315
Matemáticas (1 - 10)	6.75 ± 1.69	7.53 ± 1.30	6.77 ± 1.30	$F_{2,180} = 4.77$ Sig = 0.010	7.00 ± 1.11	7.91 ± 1.75	7.37 ± 1.13	$F_{2,180} = 2.32$ Sig = 0.033
Lengua Castellana (1 - 10)	6.62 ± 1.24	6.81 ± 1.46	6.66 ± 1.46	$F_{2,180} = 0.36$ Sig = 0.700	6.94 ± 1.03	7.00 ± 1.01	6.72 ± 0.83	$F_{2,180} = 0.79$ Sig = 0.456

\* Diferencias significativas entre sexos en el mismo año.

alumnas presentaron un mayor grado de dispersión en los resultados académicos independientemente del año analizado.

Los resultados obtenidos al analizar la relación entre el rendimiento académico y la CF en función del género a lo largo de los tres años se presenta en la Tabla 3. En el grupo de las alumnas se encontró una asociación significativa entre su nivel condicional y la calificación media obtenida en la asignatura de Lengua Castellana para todas las capacidades físicas, indicando una relación inversa entre la CF y el rendimiento académico reflejado en esta asignatura, aunque solo durante el primer año. En los dos años siguientes no se observó ningún tipo de correlación significativa. Sin embargo, en el grupo de los alumnos se observó una correlación significativa y directa entre cada una de las capacidades físicas evaluadas (destacando especialmente la fuerza explosiva de miembros inferiores) y la calificación media obtenida en la asignatura de Matemáticas, que se mantuvo estable durante los 3 años. No se observó ningún tipo de asociación con la asignatura de Lengua Castellana a lo largo de toda la investigación para este grupo.

En la Tabla 4 se presenta el modelo predictivo que relaciona los diferentes componentes de la condición física con el rendimiento académico en función del sexo. Los resultados encontrados apuntaron a que la resistencia cardiovascular fue la única capacidad que mantuvo prácticamente el mismo nivel de influencia sobre la probabilidad de obtener un mejor rendimiento académico a lo largo del estudio, tanto para los chicos como para las chicas.

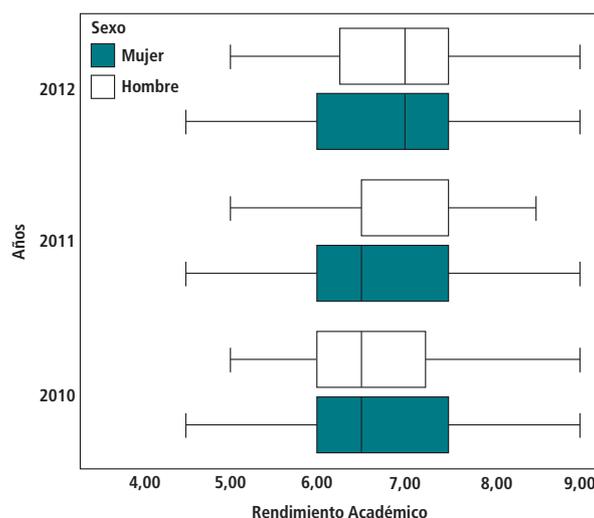


Figura 1. Análisis comparativo por sexo de la dispersión de los valores de rendimiento académico en función del año.

## Discusión

El propósito de este estudio fue analizar de manera longitudinal la relación entre el nivel de CF y el rendimiento académico en un grupo de alumnos adolescentes españoles. Los resultados del mismo son de interés desde un punto de vista curricular, dado que la existencia de un vínculo positivo entre el estado de forma física y al competencia académica podría ser una razón de peso para elevar el *status* de la asignatura de Educación Física, que tradicionalmente es percibido por la comunidad educativa como bajo (Albarracín, Moreno & Beltrán, 2014). Al comparar los resultados

**Tabla 3. Análisis correlacional entre el rendimiento académico (Matemáticas y Lengua Castellana) y la condición física en función del sexo y el año.**

		2010		2011		2012	
		Matemáticas	L. Castellana	Matemáticas	L. Castellana	Matemáticas	L. Castellana
Alumnas	Salto horizontal (cm)	r = 0.257*	r = 0.350**	r = 0.067	r = 0.044	r = 0.046	r = 0.087
	Agilidad (s)	r = -0.222	r = -0.302*	r = -0.138	r = -0.020	r = -0.017	r = -0.039
	Velocidad (s)	r = -0.210	r = -0.320*	r = -0.101	r = -0.036	r = -0.037	r = -0.064
	Resistencia (min)	r = -0.233	r = -0.332*	r = -0.138	r = -0.045	r = -0.017	r = -0.009
	Flexibilidad (cm)	r = 0.210	r = 0.320*	r = 0.081	r = 0.082	r = 0.015	r = 0.067
Alumnos	Salto horizontal (cm)	r = 0.373*	r = 0.069	r = 0.417**	r = 0.050	r = 0.419**	r = 0.103
	Agilidad (s)	r = -0.410**	r = -0.073	r = -0.369*	r = -0.030	r = -0.402*	r = -0.095
	Velocidad (s)	r = -0.400*	r = -0.066	r = -0.349*	r = -0.047	r = -0.386*	r = -0.080
	Resistencia (min)	r = -0.436**	r = -0.148	r = -0.368*	r = -0.036	r = -0.369*	r = -0.083
	Flexibilidad (cm)	r = 0.416**	r = 0.085	r = 0.359*	r = 0.032	r = 0.417**	r = 0.082

\* &lt; 0.05; \*\* &lt; 0.01

**Tabla 4. Modelos predictivos del rendimiento académico en base a las capacidades físicas.**

		Rendimiento Académico											
		2010		2011		2012		2010		2011		2012	
		Alumnas	Alumnos	Alumnas	Alumnos	Alumnas	Alumnos	Alumnas	Alumnos	Alumnas	Alumnos	Alumnas	Alumnos
		Cut point	OR (95% CI)	Cut point	OR (95% CI)	Cut point	OR (95% CI)	Cut point	OR (95% CI)	Cut point	OR (95% CI)	Cut point	OR (95% CI)
Condición Física	Salto horizontal (cm)	1.43	3.365* (1.444 - 7.841)	1.57	2.068* (1.166 - 3.667)	1.57	2.071* (1.381 - 3.106)	1.69	1.780* (1.172 - 2.702)	1.69	1.827* (1.005 - 2.702)	1.76	1.615* (1.072 - 2.434)
	Agilidad (s)	14.45	4.985* (1.216 - 10.142)	12.90	3.619* (1.443 - 8.866)	13.70	1.958* (1.005 - 4.678)	12.70	3.286* (1.414 - 7.636)	13.10	1.816* (1.076 - 2.998)	12.50	2.150* (1.053 - 3.426)
	Velocidad (s)	9.10	5.192** (1.405 - 19.187)	7.45	4.015* (2.145 - 9.875)	8.60	2.369* (1.051 - 5.900)	7.25	3.398* (1.521 - 8.126)	7.60	1.968* (1.058 - 3.056)	7.05	2.104* (1.103 - 3.968)
	Resistencia (min)	5.17	6.102** (2.105 - 21.548)	4.09	4.156** (1.022 - 8.569)	4.34	3.123** (1.987 - 7.158)	4.15	3.775** (2.001 - 8.678)	4.20	2.918* (1.789 - 3.105)	3.43	3.550* (1.913 - 5.426)
	Flexibilidad (cm)	11.50	3.558* (1.532 - 8.260)	8.50	2.297* (1.289 - 7.336)	12.50	1.988* (1.315 - 3.005)	8.50	1.526* (1.066 - 2.183)	12.50	1.415* (1.015 - 3.857)	8.50	1.415* (1.072 - 2.694)

\*p &lt; 0.05; \*\*p &lt; 0.001

referentes a la CF con los encontrados en otros estudios realizados con adolescentes de la misma edad y nacionalidad y que emplearon las mismas pruebas de campo para su valoración, se observó que no todas las capacidades físicas se comportaron por igual. Así, en relación al nivel de fuerza de miembros inferiores, por lo general se apreció que las chicas presentaron valores un tanto superiores y los chicos ligeramente inferiores a los reportados en otras investigaciones (Ortega et al., 2008; Ortega et al., 2011), si bien al comparar el valor medio obtenido en esta prueba por el grupo en su totalidad se apreció un nivel similar al informado por otros autores (Tomaz, Garrido, Mendo, & Tama-

yo, 2013). También se observaron valores bastante próximos a los reflejados en otros estudios en relación a la velocidad (Reigal, Becerra, Hernández., & Martín, 2014; Tomaz et al., 2013) y a la resistencia aeróbica (Gómez, Berral, Viana, & Berral, 2002). Por el contrario, el nivel de flexibilidad fue muy inferior al reflejado en otros trabajos (Martínez, Villanueva, & Nicolás, 1998; Prat & Riera, 1993), de hecho, a juzgar por los valores medios encontrados en cada grupo de edad, se puede concluir que la muestra objeto de estudio presentó un pobre desarrollo de esta capacidad (Ortega et al., 2005). En definitiva se puede considerar que el nivel de CF de la muestra objeto de estudio presentó un

valor esperable y dentro de la normalidad, a excepción de la flexibilidad, que presentó un nivel reducido, y de la agilidad, cuyos resultados no se pudieron comparar de manera directa. En esta línea, se apreció una evolución significativa en los resultados de las pruebas físicas a lo largo del estudio, en la que diversos factores no controlados, como el nivel de maduración de la muestra o la cantidad de práctica de actividad física realizada, pudieron haber ejercido algún tipo de influencia.

En referencia a la relación entre CF y rendimiento académico observada a lo largo del estudio, se encontró que la misma estuvo influenciada por el sexo, de modo que la CF pareció ejercer una influencia positiva y que se mantuvo año tras año en los chicos, mientras que en las chicas la CF mostró una relación inversa y solo durante el primer año. Este hallazgo no está en línea con lo reportado en la literatura científica. De hecho, las conclusiones de diferentes estudios sugieren que el nivel de forma física valorado de manera global influye en el rendimiento académico de chicos y chicas por igual (Dwyer, Sallis, Blizzard, Lazarus, & Dean, 2001; Chomitz, Slining, McGowan, Mitchell, Dawson, & Hacker, 2009; Bass et al., 2013), observándose en todo caso que las chicas podrían mostrar un grado de asociación más fuerte (Grissom, 2005) y no al contrario. La disparidad en los resultados aquí encontrados pudieran deberse a que el nivel de CF de las chicas fuese excesivamente bajo y por lo tanto ejerciese una influencia negativa. Sin embargo, como se comentó con anterioridad, la CF demostrada por las alumnas de este estudio no pareció encontrarse por debajo de la media para este grupo de edad, ni siquiera durante el primer año, momento en el que se apreció una asociación significativa entre las variables objeto de estudio. Una segunda explicación podría basarse en el hecho de que las chicas pudieran haber empleado estrategias diferentes a las de los chicos a la hora de afrontar el rendimiento académico, tal y como ha sido observado previamente (Weis, Heikamp, & Trommsdorff, 2013) y por lo tanto la asociación de este con la CF podría haberse visto afectada. De hecho, en el grupo de las chicas se identificó un patrón un tanto llamativo en el modo en que sus calificaciones académicas se comportaban a lo largo del curso, observándose una diferencia mucho más notable, en comparación con los resultados ofrecidos por los chicos, entre las notas iniciales y finales obtenidas tanto en Lengua Castellana como en Matemáticas. Sin embargo esta explicación tampoco es lo suficientemente consistente, debido a que por un lado no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento académico en función del sexo y a que, por otro, la diferencia en el modo de afrontar el rendimiento académico entre chicos y chicas no parece

que constituya un motivo suficiente como para anular o invertir la influencia que la CF ejerce sobre la competencia académica (Van Dusen, Kelder, Kohl, Ranjit, & Perry, 2011). A este respecto, quizás si se hubiesen controlado una serie de variables que se conoce afectan directamente al rendimiento académico en estas edades, como la cantidad de práctica de actividad física realizada semanalmente, o el nivel socio-económico de las familias, se hubiese podido encontrar una explicación a esta peculiar asociación negativa y momentánea entre CF y rendimiento académico aquí reportada.

La relación entre rendimiento académico y CF observada en los chicos se aproxima más a lo informado por otros autores en la literatura científica. Así, Chomitz et al. (2009) en un estudio transversal desarrollado con alumnos/as norteamericanos encontraron que el nivel de CF mostraba una asociación mucho más significativa y directa con el rendimiento académico en Matemáticas, en comparación con el obtenido en Lengua Inglesa. Similares resultados fueron encontrados por Castelli, Hillman, Buck, y Erwin (2007), con alumnos/as de Educación Primaria. Esta influencia de la CF sobre el rendimiento académico en Matemáticas ha sido explicada en base a numerosos factores (mejora del nivel de atención, elevación de la autoestima, incremento de perfusión cerebral, etc.) que, sin embargo, afectan a ambos sexos por igual, por lo que deben existir otros motivos que permitan razonar el porqué de la ausencia de dicha influencia en el caso de las chicas. Dado que el rendimiento académico alcanzado por los chicos y las chicas en este estudio con respecto a la asignatura de Matemáticas no mostró diferencias significativas, lo que está en línea con lo informado por otros autores (Felson & Trudeau, 1991), el comportamiento dispar observado en este estudio en lo referente a la influencia de la CF sobre este variable debiera estar necesariamente asociado a otra serie de factores tanto de origen neurofisiológico como condicional que presenten un efecto diferencial en base al sexo. Así, por ejemplo, es conocido que el cerebro humano presenta ciertas diferencias en base al sexo que se hacen patentes, entre otras cosas, a la hora de abordar la resolución de ciertos problemas de naturaleza matemática (Barón-Cohen, 2005). De este modo, se ha señalado que los niños tienen un mayor rendimiento que las niñas en tareas de memoria espacial (Lowe, Mayfield, & Reynolds, 2003), la cual se encuentra directamente implicada en la resolución de problemas matemáticos (Alsina & Sáiz, 2004). En esta línea, se ha observado que un mayor nivel de CF se asocia con un aumento en el volumen del hipotálamo, y por lo tanto con una mayor funcionalidad de la memoria espacial, dado

que la misma es controlada en dicha región cerebral (Erickson et al., 2009). Esta interesante asociación ha sido demostrado hasta la fecha únicamente en chicos adolescentes (Herting & Nagel, 2012) y pudiera sugerir que el nivel de CF mostrase un efecto diferencial en función del género sobre la memoria espacial y por tanto los chicos y las chicas abordarían de manera diferente el estudio y la resolución de problemas matemáticos. A este respecto, son necesarias nuevas investigaciones que confirmen esta idea.

En relación al modo en que las capacidades físicas parecen contribuir al rendimiento académico, en el grupo de los chicos se encontró que todas las capacidades evaluadas se correlacionaron positivamente con la calificación académica obtenida en la asignatura de Matemáticas de forma constante en el tiempo, sin que se observase un gran predominio de unas sobre otras. Estos hallazgos están en línea con los resultados de otros estudios que han sugerido que todas las capacidades físicas muestran cierto grado de asociación con el rendimiento académico, si bien la fuerza y la resistencia son las que mayor influencia parecen ejercer sobre el mismo (Bass et al., 2013; Coe et al., 2012). A la hora de determinar cuál de las dos parece ser más influyente, la evidencia científica es contradictoria, pues mientras algunos autores defienden que la resistencia aeróbica es la única capacidad que muestra una asociación positiva en este sentido (Chen et al., 2013), otros opinan que es la fuerza la capacidad que muestra un mayor efecto sobre el rendimiento académico (Coe et al., 2013), si bien independientemente del tipo de asignatura analizada. En relación a esto, a partir de los datos recogidos en este estudio se trató de elaborar un modelo predictivo, en el que se observó que la resistencia cardiovascular fue la capacidad que mayor influencia mostró sobre la probabilidad de obtener un rendimiento académico positivo año a año y con independencia del sexo.

Este hallazgo está en línea con los resultados de distintos estudios que han encontrado que los alumnos/as a partir de cierto nivel de eficiencia cardiovascular presentan un desempeño cognitivo mucho más efectivo demostrado en la realización de diferentes tareas académicas, en comparación con aquellos/as con un menor nivel de dicha capacidad física (Chaddock, 2014; Scudder, 2014), y por lo tanto refuerza la evidencia científica existente al respecto del valor predictivo que la resistencia aeróbica puede tener sobre el rendimiento académico.

Aunque la presente investigación destaca por su carácter longitudinal, y por lo tanto por la originalidad de su diseño a la hora de abordar la temática objeto de estudio, es conveniente destacar que durante la recogida de datos del mismo no se pudo recopilar información referente al Índice de Masa Corporal (IMC), importante variable que algunos autores incluyen tradicionalmente como parte de la condición física (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985), lo que puede considerarse como una importante debilidad metodológica. Sin embargo, de los resultados de distintos trabajos publicados sobre la relación entre IMC y rendimiento académico se extrae que la asociación entre ambas variables no es lineal y su magnitud es limitada (Van Dusen et al., 2011) y que básicamente es el nivel de CF el que influye sobre el IMC, no ejerciendo una influencia significativa este último sobre el rendimiento académico (Chen et al., 2013; Rauner et al., 2013). Finalmente, si bien se ha comentado que el IMC pudiera influir en la función cognitiva y, por tanto, en el rendimiento académico (Donnelly & Lambourne, 2011), su efecto está muy afectado por variables psicosociales, (estigma, nivel sociocultural, o raza), y por la maduración hormonal, por lo que desde el punto de vista estadístico puede ser considerado como un factor de confusión (Bass et al., 2013). Por ello, se ha considerado que las capacidades físicas en su conjunto son un mejor predictor del rendimiento académico que el IMC (London & Castrechini, 2011). De todos modos, es necesario reconocer la existencia de otras series de limitaciones metodológicas que merman la capacidad de transferir y extrapolar los resultados aquí presentados, tales como el pequeño tamaño muestral, el diseño no aleatorio, el haber desarrollado el estudio en un único centro educativo de carácter público sin haber tenido en cuenta el nivel socioeconómico de los alumnos/as y el que las propiedades psicométricas de la prueba de agilidad y de la prueba de resistencia aeróbica, en su versión adaptada, no hayan sido informadas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que la relación entre condición física y rendimiento académico (valorado mediante las notas obtenidas en Matemáticas y Lenguaje) parece estar influenciada por el sexo y por el tipo de habilidad cognitiva implicada en las asignaturas objeto de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adam, C., Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R., & Tuxworth, W. (1988). *EUROFIT: European test of physical fitness*. Rome: Council of Europe, Committee for Development of Sport.
- Albarracín, A., Moreno, J., & Beltrán V. (2014). La situación actual de la educación física según su profesorado: Un estudio cualitativo con profesores de la Región de Murcia. *Cultura\_Ciencia\_Deporte*, 9(27), 225-234.
- Alsina, Á., & Sáiz, D. (2004). El papel de la memoria de trabajo en el cálculo mental un cuarto de siglo después de Hitch. The role of working memory in mental arithmetic a quarter of century after Hitch. *Infancia y Aprendizaje*, 27(1), 15-25.
- Baron-Cohen, S. (2005). *La gran diferencia: Cómo son realmente los cerebros de hombres y mujeres*. Barcelona: Editorial AMAT.
- Bass, R. W., Brown, D. D., Laurson, K. R., & Coleman, M. M. (2013). Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta Paediatrica*, 102(8), 832-837. doi: 10.1111/apa.12278.
- Cancela, J. M., Ayán, C., Gutiérrez-Santiago, A., Prieto, I., & Varela, S. (2012). The senior fitness test as a functional measure in Parkinson's disease: A pilot study. *Parkinsonism & Related Disorders*, 18(2), 170-173.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 239-252.
- Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Sjöström, M., ...Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817.
- Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2014) III. The importance of physical activity and aerobic fitness for cognitive control and memory in children. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 79(4), 25-50.
- Chen, L. J., Fox, K. R., Ku, P. W., & Taun, C. Y. (2013). Fitness change and subsequent academic performance in adolescents. *Journal of School Health*, 83(9), 631-638.
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F., & Hacker, K. A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, 79(1), 30-37.
- Coe, D. P., Peterson, T., Blair, C., Schutten, M. C., & Peddie, H. (2013). Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school-aged youth. *Journal of School Health*, 83(7), 500-507.
- Coe, D. P., Pivarnik, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Malina, R. M. (2012). Health-related fitness and academic achievement in middle school students. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(6), 654-660.
- Díaz, F. J., Montaña, J. G., Melchor, T. M., Guerrero, J. H., & Tovar, J. A. (2000). Validación y confiabilidad de la prueba aeróbica de 1000 metros. *Revista de Investigación Clínica*, 52(1), 44-51.
- Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, 36-42.
- Dwyer, T., Sallis, J. F., Blizzard, L., Lazarus, R., & Dean, K. (2001). Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. *Pediatric Exercise Science*, 13(3), 225-237.
- Ekstrand, J., Wiktorsson, B., Oberg, B., & Gillquist, J. (1982). Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 171-175.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ...Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022.
- Eveland-Sayers, B. M., Farley, R. S., Fuller, D. K., Morgan, D. W., & Caputo, J. L. (2009). Physical fitness and academic achievement in elementary school children. *Journal of Physical Activity & Health*, 6(1), 99-104.
- Felson, R. B., & Trudeau, L. (1991). Gender differences in mathematics performance. *Social Psychology Quarterly*, 54, 113-126.
- Flint, M. M., & Gudgeon, J. (1965) Electromyographic study of abdominal muscular activity during exercise. *Research Quarterly*, 36, 29-37.
- Gómez, J. R., Berral, C. J., Viana, B. H., & Berral, F. J. (2002). Valoración de la aptitud física en escolares. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(90), 273-282.
- Grissom, J. B. (2005). Physical fitness and academic achievement. *Journal of Exercise Physiology Online*, 8(1), 11-25.
- Herting, M. M., & Nagel, B. J. (2012). Aerobic fitness relates to learning on a virtual Morris water task and hippocampal volume in adolescents. *Behavioural Brain Research*, 233(2), 517-525.
- London, R. A., & Castrechini, S. (2011). A longitudinal examination of the link between youth physical fitness and academic achievement. *Journal of School Health*, 81(7), 400-408.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2012). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science*, 32(1), 9-20.
- Lowe, P. A., Mayfield, J. W., & Reynolds, C. R. (2003). Gender differences in memory test performance among children and adolescents. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 18(8), 865-878.
- Macrae, I., & Wright, V. (1969). Measurement of back movement. *Annals Rheumatic Diseases*, 28(6), 584-589.
- Martínez, J. P., Villanueva, F. U., & Nicolás, A. P. V. (1998). La evaluación de la aptitud física en escolares de Educación Secundaria. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, (52), 25-35.
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodríguez, G., Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1), 20-29.
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente-Rodríguez, G., Bergman, P., Hagströmer, M., Castillo, M. J. (2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA study. *International Journal of Obesity*, 32, 49-57.
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Wärnberg, J., AVENA, G. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*, 58(8), 898-909.
- Plowman, S. A., Sterling, C. L., Corbin, C. B., Meredith, M. D., Welk, G. J., & Morrow, J. R. (2006). The history of FITNESSGRAM®. *Journal of Physical Activity & Health*, 3(2), 5-20.
- Prat, J. A., & Riera, J. (1993). *La batería EUROFIT a Catalunya*. Barcelona: Direcció General d'Esport.
- Raine, L. B., Lee, H. K., Saliba, B. J., Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2013). The influence of childhood aerobic fitness on learning and memory. *PLoS One*, 8(9), 72666.
- Rauner, R. R., Walters, R. W., Avery, M., & Wanser, T. J. (2013). Evidence that aerobic fitness is more salient than weight status in predicting standardized math and reading outcomes in fourth-through eighth-grade students. *The Journal of Pediatrics*, 163(2), 344-348.
- Reigal, R. E., Becerra, C. A., Hernández, A., & Martín, I. (2014). Relación del autoconcepto con la condición física y la composición corporal en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología*, 30(3), 1079-1085.
- Ruopp, M. D., Perkins, N. J., Whitcomb, B. W., & Schisterman, E. F. (2008). Youden index and optimal cut-point estimated from observations affected by a lower limit of detection. *Biometrical Journal*, 50(3), 419-430.
- Scudder, M. R., Lambourne, K., Drollette, E. S., Herrmann, S. D., Washburn, R. A., Donnelly, J. E., ...Hillman, C. H. (2014). Aerobic capacity and cognitive control in elementary school-age children. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 46(5), 1025-1035.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.

- Singh, A., Uijtdewilligen, L., Twisk, J. W., Van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. (2012). Physical activity and performance at school: A systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 166(1), 49-55.
- Tomaz, C. A. B., Garrido, R. E. R., Mendo, A. H., & Tamayo, I. M. (2013). Relaciones de la condición física y la composición corporal con la autopercepción de salud. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(34), 305-318.
- Trudeau, F., & Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(1), 10.
- Van Dusen, D. P., Kelder, S. H., Kohl, H. W., Ranjit, N., & Perry, C. L. (2011). Associations of physical fitness and academic performance among schoolchildren. *Journal of School Health*, 81(12), 733-740.
- Vanhelst, J., Béghin, L., Fardy, P. S., Ulmer, Z., & Czaplicki, G. (2014). Reliability of health-related physical fitness tests in adolescents: The MOVE Program. *Clinical physiology and functional imaging*. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cpf.12202/pdf>
- Weis, M., Heikamp, T., & Trommsdorff, G. (2013). Gender differences in school achievement: The role of self-regulation. *Frontiers in Psychology*, 4, 422. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00442.
- Zagatto, A. M., Beck, W. R., & Gobatto, C. A. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1820-1827.