

Coordinación motriz y rendimiento académico en adolescentes

Motor Co-ordination and academic achievement in adolescents

Luis Miguel Ruiz-Pérez*, José Antonio Navia Manzano**, Aixa Ruiz Amengual***, Irene Ramón Otero*, Miriam Palomo Nieto****

*Universidad Politécnica de Madrid (España), **Universidad Pontificia de Salamanca (España), ***Fundación Jardines de España de Madrid (España), ****Universidad Palacky. Olomouc (República Checa)

Resumen. En el presente estudio se analizaron las relaciones existentes entre la coordinación motriz global y el rendimiento escolar en un grupo de adolescentes de educación secundaria obligatoria. Para ello se aplicó a 480 estudiantes (171 mujeres y 309 varones), con una edad media de 13.33 años (DE: 1.41), un test de coordinación motriz y se obtuvieron los resultados promedio de todas las materias cursadas en el curso académico. Los resultados mostraron que existían bajas, pero consistentes, relaciones positivas entre el rendimiento académico y el rendimiento coordinativo. Los escolares con mayor rendimiento académico mostraron progresivamente un mayor rendimiento coordinativo. Estos resultados se unen a los obtenidos en estudios anteriores en los que se reconocen relaciones ligeras entre el rendimiento académico y motor principalmente cuando se trata de tareas de coordinación motriz.

Palabras clave. Competencia motriz, Educación Secundaria, Rendimiento escolar, Adolescencia, Educación Física.

Abstract. The aim of this study was to analyse the relationships between motor co-ordination and academic achievement in a group of Spanish Secondary Education adolescents. For this purpose, a motor coordination test was applied to 480 students (171 girls and 309 boys) with an average age of 13.33 years (SD: 1.41). The academic achievement consisted in the average result of all the subjects studied during the academic year by the students. Results showed that there were slight, but consistent, positive relationship between academic and motor performance. The students with higher academic performances showed a progressive higher motor co-ordination. These results together with those found in the available research, recognize the complex relationships between academic achievement and motor performance, especially when it is related to motor coordination tasks.

Keywords. Motor competence, Secondary Education, School achievement, Adolescence, Physical education.

Introducción

El estudio de las relaciones entre el rendimiento académico y el rendimiento motor ha sido objeto de investigación con intereses dispares a lo largo del tiempo (Cratty, 1972; Ismail, & Gruber, 1967; Sigh, Uijt, Twisk, van Mechelen, & Chinapaw, 2012; Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008). Desde antiguo existe una tendencia a considerar la existencia de relaciones entre la mente y el cuerpo (Harris, 1979) o la denominada hipótesis psicomotora (Ruiz, 1992). Los años 1960 y 1979 se caracterizaron por estudios en los que se trató de comprobar las relaciones entre motricidad e intelecto o entre motricidad y rendimiento académico, en diferentes poblaciones (Arnett, 1968; Cratty, 1972; Ismail, & Gruber, 1967; Kinkendall, & Gruber, 1970), algo que todavía sigue siendo un asunto controvertido (Ardoy, Fernández-Rodríguez, Jiménez-Pavón, Castillo, Ruiz, & Ortega, 2014; Rosenbaum, Carlson, & Gilmore, 2001; Ruiz, 1992; Sibley, & Etnier, 2003).

En términos generales, el interés de los investigadores sobre esta cuestión se dirigió inicialmente a analizar las relaciones entre la inteligencia, el rendimiento motor y éxito académico (Sallis, McKenzie, Kolody, Lewis, Marshall, & Rosengard, 1999). No obstante, son numerosos los estudios llevados a cabo que tomaron una doble dirección. Por un lado, están aquellos que analizaron el efecto de la práctica de actividades físicas o de la educación física en el rendimiento académico (Archer & García, 2014; Córdoba, García, Luengo, Vizuete, & Feu, 2012; Fox, Barr-Anderson, Neumark-Sztainer, & Wall, 2010; Keller, 1982; Roebers, Röthlisberger, Neunschwander, Cimeli, Michel, & Jäger, 2014), y por otro, quienes indagaron sobre las relaciones existentes entre la competencia motriz, el rendimiento académico y la cognición (Carlson, 2008; Chomitz, 2009; Kwak, Kremers, Bergman, Ruiz, Rizzo, & Sjostrom, 2009; Planinsec, & Pisot, 2006). A estos dos grandes grupos habría que añadir aquellos investigadores que analizaron las relaciones entre lo cognitivo y lo motor en los escolares que presentaban algún déficit, dificultad o discapacidad (Cantell, Crawford, & Doyle-Baker, 2008; Skinner, & Piek, 2001). En términos generales existe controversia cuando se trata de establecer las relaciones entre la dimensión motriz, la inteligencia y el rendimiento académico, a pesar de que para ciertos autores exista una inteligencia corporal, como la inteligencia cinestésico-corporal propuesta por Gardner (1983), o para quienes la inteligencia y la cognición están corporizadas (Varela, Thompson, & Rosch, 2005).

Por ejemplo, Planinsec, & Pisot (2006) analizaron las relaciones entre la competencia motriz e inteligencia en un estudio en el que el objetivo fue comprobar si el rendimiento en un test de inteligencia se relacionaba con el nivel de coordinación motriz de los escolares. Participaron 550 escolares eslovenos con una edad media de 13 años. Para evaluar la competencia motriz se utilizó una batería motriz compuesta por 8 pruebas de coordinación: *coordinación del movimiento con una estructura rítmica, coordinación óculo-manual y visomotriz bimanual, coordinación dinámica general, coordinación compleja de movimientos*. Para evaluar la inteligencia emplearon el test de inteligencia TN20 formado por 45 ítems que aumentan su dificultad de forma gradual. Los resultados les indicaron que los adolescentes más coordinados eran los que se encontraban en el nivel promedio de inteligencia del grupo, y que los escolares con peores resultados en las pruebas de coordinación, no alcanzaban la puntuación promedio en el test de inteligencia.

A esta controversia se unen recientes estudios en los que se han relacionado las inteligencias múltiples y la coordinación motriz (Ruiz, Palomo, Ramón, Ruiz, & Navia, 2014) en los que se han constatado la existencia de relaciones entre las puntuaciones referidas a la inteligencia cinestésico-corporal de Gardner y el rendimiento coordinativo, y los estudios en los que se han analizado las relaciones entre la práctica de actividades físicas y su relación con el rendimiento académico. En estos estudios se defiende el papel que la mejora de la condición física de los escolares puede tener en la mejora del rendimiento académico (Chomitz, Slining, McGowan, Mitchell, Dawson, & Hacker, 2009; Fox, Barr-Anderson, Neumark-Sztainer, & Wall, 2010; Haapala, Poikkeus, Tompuri, Kukkonen-Harjula, Leppänen, Lindi, & Lakka, 2014; Lee, & Hopkins, 2013).

En la actualidad los enfoques corporizados de la cognición están destacando las raíces sensoriomotoras de la misma y el papel que el cuerpo y el movimiento tienen en la construcción de la mente y de los procesos cognitivos (Avilés, Ruiz, Navia, Rioja, & Sanz, 2014; Noë, 2010; Varela, Thompson & Rosch., 2005), ya que como indica Medina (2011) la capacidad cognitiva se construyó sobre la base de la actividad física, de ahí que la cuestión que ha quedado siempre en el aire es conocer de qué manera se influyen mutuamente. Esta circunstancia lleva a plantearse qué tipo de relaciones existen entre las capacidades sensoriomotoras y cognitivas de los escolares, y cómo se manifiestan en su rendimiento académico.

Es por ello que el objetivo principal de este estudio haya sido analizar las relaciones existentes entre el rendimiento académico y el rendimiento coordinativo en una muestra de escolares de la Educación Secundaria Obligatoria.

Metodología

Participantes

Participaron 480 escolares de edades comprendidas entre 11 y 16 años ($M=13.33$; $DT=1.41$) de cuatro centros educativos de la Comunidad de Madrid, de los cuales 171 fueron mujeres y 309 hombres, de Primero a Cuarto curso de la ESO (Primero = 149; Segundo = 122; Tercero = 69 y Cuarto = 141). La muestra fue de tipo no probabilística, en la que grupos de clase disponibles de los diferentes centros participaron en el estudio voluntariamente.

Instrumentos

Rendimiento Académico. Para conocer el rendimiento académico se procedió como en el estudio de Dwyer & Dean (2001). Se solicitó que una persona representativa del centro y conocedora del rendimiento académico anual (final) de los participantes, indicara la nota global de cada escolar en una escala de 1 a 10, representando este valor la media de las puntuaciones de todas las asignaturas de ese año. La persona encargada de esta labor fue el Tutor del curso o el Jefe de Estudios del Centro. Siguiendo los criterios que habitualmente son empleados en entornos académicos, las notas se distribuyeron en tres niveles de logro: Bueno (7 a 10 puntos de nota), Promedio (5 y 6 puntos de nota) y Deficiente (4 ó menos puntos de nota). En la Tabla 1 se presenta la distribución de los participantes en función de su logro académico.

Coordinación Motriz. Para evaluar la coordinación motriz de los participantes se empleó el Test de Coordinación Motriz *SportComp*. Este test fue desarrollado por Rioja, Ruiz, Graupera, Ramón, Palomo, & García (2013) y está formado por cinco pruebas: *Siete metros saltando a la pata coja*; *Siete metros saltando con los pies juntos*; *Carrera de agilidad de nueve metros*; *Tres metros desplazándose sobre dos pequeños soportes* y *Número de Saltos Laterales realizados en 15 segundos*.

Cuatro de las pruebas miden el tiempo de ejecución empleado (7m. pata coja, 7m. pies juntos, Desplazamiento sobre soportes y Carrera de ida y vuelta), por lo que a menor tiempo mejor rendimiento. La prueba de los Saltos Laterales se valora por el número de saltos realizados en el tiempo establecido de 15", de tal modo que a mayor número de saltos, mejor rendimiento. (Tabla 2). Las cinco pruebas configuran un único factor de *Coordinación y Control Motor*, su fiabilidad es elevada ($\alpha=.81$; IC 95%: 0.80-0.82) y su estabilidad temporal test-retest (con un intervalo de 15 días) también ($r=0.91$; IC 95%: 0.89-0.93) (Ramón, 2015).

Tabla 1
Distribución de los escolares en los diferentes niveles de rendimiento académico

Nivel	Frecuencia		Porcentaje	
	Bueno	Promedio	Deficiente	Total
	242	178	60	480
	50.4	37.1	12.5	100.0

Tabla 2
Descripción de las pruebas del Test Motor SportComp

N	Prueba	Descripción	Puntuación
1	7 m saltando a la pata coja	Saltar a la pata coja de una distancia de 7 metros en el menor tiempo posible. Se utilizará la pierna preferida.	Tiempo en completar la distancia (segundos y 2 decimales).
2	7 m saltando con los pies juntos	Saltar con los pies juntos una distancia de 7 metros en el menor tiempo posible.	Tiempo en completar la tarea (segundos y 2 decimales)
3	Saltos laterales	Saltos laterales con los pies juntos a un lado y a otro de un listón. Mayor número de saltos posibles en un tiempo de 15 segundos.	Número de saltos correctos.
4	Carrera de ida-vuelta	En un espacio marcado entre dos señales colocadas a 9 metros, correr a la máxima velocidad para recoger el primero de los relevos colocado en la línea de fondo de 9 m, y dejarlo detrás de la línea de salida. Se realizará la misma operación con un segundo relevo. Una vez colocado el testigo en el suelo y el traspasada la línea, habrá finalizado la prueba	Tiempo en completar la prueba (segundos y 2 decimales).
5	Desplazamiento sobre soportes	Desplazamiento sobre dos soportes de madera en una distancia de 3 metros en el menor tiempo posible.	Tiempo en completar la prueba (segundos y 2 decimales)

Tabla 3
Distribución de los alumnos participantes en función de los niveles de coordinación motriz.

Nivel	Frecuencia		Porcentaje	
	Bueno	Promedio	Deficiente	Total
	110	290	80	480
	22.9	60.7	6.7	100.0

Procedimiento

Se tomó contacto con los responsables de la Educación Física de los diferentes centros así como con sus directores. Se les presentó un documento en el que se explicaba las razones del estudio solicitándoles su colaboración. Asimismo, se preparó una circular a los padres de los alumnos y alumnas para que fueran conocedores del estudio, de sus objetivos y de las condiciones en las que se desarrollaría. Mediante la firma de dicho documento dejaron patente que permitían participar a su hijo/a en el estudio. Para las pruebas motrices fue el equipo investigador el que las aplicó una vez establecidas las citas con los profesores de educación física para poder llevarlas a cabo en las condiciones más favorables. Para el rendimiento académico, una vez finalizado el curso escolar el Tutor o el Jefe de Estudios del Centro, hizo llegar al responsable del equipo investigador la calificación media del año académico de cada uno de los participantes.

Análisis estadísticos

Previamente se llevaron a cabo pruebas de normalidad y homogeneidad mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente, y posteriormente se llevaron a cabo análisis descriptivos (medias y desviaciones típicas) y diferenciales en función del logro académico o del nivel de coordinación de los participantes. Para la valoración de los resultados se tuvo en cuenta generalmente el nivel de significación bilateral de .05, aunque se calculó siempre el valor-p (*p-value*) obtenido. Los cálculos estadísticos se realizaron con el programa SPSS 20.0.

Resultados

Para analizar las relaciones existentes entre el rendimiento académico y el rendimiento coordinativo se llevaron a cabo análisis de correlación bivariadas entre el rendimiento académico y el índice global de coordinación motriz (IGCM) que incluye a todas las pruebas del test motor. Los resultados indicaron que existían bajas pero consistentes relaciones entre las dos variables ($r = -.15$; $p = .001$). Asimismo, el rendimiento académico mostró ligeras asociaciones positivas con cuatro de las cinco pruebas: *Saltos laterales* ($r = .16$; $p = .001$), *Carrera de ida y vuelta* ($r = -.12$; $p = .008$), *Desplazamiento sobre soportes* ($r = -.14$; $p = .002$) y *Saltos 7 metros con los pies juntos* ($r = -.11$; $p = .013$).

Los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene permitieron la realización de análisis diferenciales con la intención de comprobar si existían diferencias en el rendimiento coordinativo en

Tabla 4
Medias y desviaciones típicas del rendimiento coordinativo en función del rendimiento académico

Prueba	Logro Académico	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Saltos laterales (n°)	Bueno	42.26	7.02	41.37	43.16
	Promedio	40.93	7.89	39.76	42.09
	Deficiente	38.14	7.05	36.30	39.97
	Total	41.25	7.47	40.58	41.92
Carrera de Agilidad	Bueno	11.29	1.42	11.11	11.47
	Promedio	11.51	1.36	11.31	11.71
	Malo	11.64	1.23	11.32	11.96
	Total	11.42	1.38	11.29	11.54
Desplazamiento sobre soportes	Bueno	14.71	3.46	14.27	15.14
	Promedio	15.49	3.91	14.91	16.07
	Deficiente	16.33	3.56	15.40	17.25
	Total	15.20	3.68	14.87	15.53
Saltos 7 m pies juntos	Bueno	2.78	.50	2.71	2.84
	Promedio	2.79	.55	2.71	2.87
	Deficiente	2.93	.49	2.80	3.05
	Total	2.80	.52	2.75	2.85
Saltos 7m pata coja	Bueno	2.93	.50	2.86	2.99
	Promedio	3.04	.61	2.95	3.13
	Deficiente	3.06	.53	2.92	3.20
	Total	2.99	.55	2.94	3.04

Tabla 5
Comparaciones múltiples (método Bonferroni) entre los grupos de logro académico en dos de las pruebas del test motor

Prueba	(I) Logro Académico	(J) Logro Académico	Diferencia de medias I-J	Sig.	Intervalo de Confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
Saltos Laterales	Bueno	Deficiente	4.12*	.000	1.56	6.70
	Promedio	Deficiente	2.79*	.036	.13	5.45
Desplazamiento	Bueno	Deficiente	-1.62*	.007	-2.88	-.35

función del rendimiento académico. Para ello se llevó a cabo un análisis unifactorial de la varianza (ANOVA), tomando como variables dependientes las 5 pruebas del test motor y como factor el nivel de rendimiento académico. En la tabla 4 se presentan los datos descriptivos en función de los niveles de rendimiento académico.

Este análisis mostró que existían diferencias significativas en dos de las pruebas: *Saltos Laterales* ($F(2,473) = 7.70; p = .001$) y *Desplazamiento sobre soportes* ($F(2,477) = 5.62; p = .004$). El test de comparaciones múltiples (*método Bonferroni*) indicó que los escolares con un rendimiento académico más elevado obtuvieron mejores resultados que el resto de los dos otros grupos, en estas dos pruebas del test motor, y la tendencia general fue que los escolares con mejores logros académicos obtuvieran puntuaciones más altas en las diferentes pruebas del test motor (Tabla 4 y Figuras 1, 2 y 3).

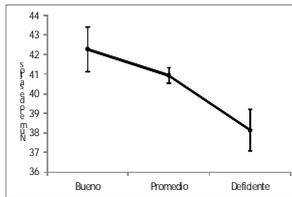


Fig. 1 Número de Saltos Laterales en función del logro académico

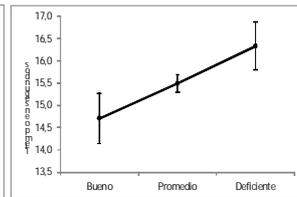


Fig. 2 Tiempo empleado en el Desplazamiento sobre Soportes en función del logro académico.

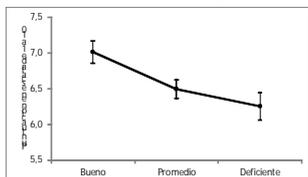


Fig. 3. Rendimiento académico (Puntuación de 1 a 10) en función del nivel de rendimiento coordinativo.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar las relaciones existentes entre el rendimiento coordinativo y el rendimiento académico en una muestra de escolares españoles, y los resultados indicaron que las relaciones eran bajas pero consistentes. Estos resultados coinciden con los ya ofrecidos por diferentes estudios anteriores (Bailey, Armour Kirk, Jess, & Pickup, 2009; Chomitz, et al., 2009; Coe, Pivarkinh, Womack, Reeves, & Malina, 2006; Dwyer, et al. 2001; Kim & So, 2012; Rasberry, Lee, Robin, Laris, Russell, Coyle, & Nihiser, 2011 o Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008) pero no reproducen los encontrados por Ismail, & Gruber (1967) en sus estudios de los años sesenta en los que la coordinación motriz estaba claramente relacionada con el éxito académico.

Sin embargo el estudio llevado a cabo por Planinsec & Pisot (2006) mostró que los adolescentes más coordinados eran los que se encontraban en el nivel promedio o superior de inteligencia del grupo estudiado, y que los escolares menos coordinados no alcanzaban la puntuación promedio en el test de inteligencia. Resultados que guardan relación con otros estudios en los que se ha analizado la competencia cognitiva y el rendimiento escolar de los escolares con o sin problemas evolutivos de coordinación motriz (Leonard, & Hill, 2015). En el presente estudio los resultados muestran una tendencia similar, ya que los escolares con un rendimiento académico más bajo también mostraron un rendimiento coordinativo menor.

El hecho de que las relaciones, aunque positivas, sean bajas lleva a varias reflexiones. La primera es que todo es un artefacto estadístico y que en realidad no existen relaciones entre el rendimiento académico y la coordinación motriz. Por otro lado, también se podría pensar que existen mecanismos neurológicos y psicológicos que comparten el rendimiento motor y el rendimiento cognitivo (Diamond & Lee, 2011) difíciles de evaluar de forma tradicional mediante estudios transversales. Así Dwyer, et al. (2001) con una muestra de 8000 escolares de 7 a 15 años también encontraron relaciones bajas entre el rendimiento académico y el rendimiento motor. Castelli, Hillman, Buck, & Erwin (2007)

en su estudio con 259 escolares de primaria encontraron que estas relaciones se establecían entre la resistencia aeróbica y el rendimiento en Matemáticas y Lengua. Bien es cierto que, en contraste, otros estudios no han encontrado asociaciones (Esteban, Tejero, Martínez, Cabanas, Fernández, Sallis, & Veiga, 2014; Tremblay, Inman, & Williams, 2000). Algo parecido ocurre con las relaciones entre la práctica de actividades físicas y el rendimiento cognitivo de los escolares. Sibley, & Etnier (2003) realizaron un meta-análisis con 16 investigaciones encontrando un efecto global significativo de .32.

El actual *zeitgeist* es seguir considerando la existencia de relaciones entre la cognición y la acción, entre la competencia motriz y otros ámbitos del logro escolar. Ese pensamiento lleva a considerar que la presencia de materias como la educación física tienen su sentido en las escuelas (Cañadas, Veiga, & Martínez-Gómez, 2014; Trudeau, & Shepard, 2008;) y aboga por no eliminar horas de práctica física en favor de otras materias escolares, ya que lejos de influir negativamente favorecería el rendimiento escolar (Ahamed et al., 2007; Ardoy, Fernández-Rodríguez, Jiménez-Pavón, Castillo, Ruiz, & Ortega, 2014; Cañadas et al., 2015; Donnelly et al., 2013; Ericsson, 2008). El reciente estudio de Cañadas et al. (2015) en el que han analizado el gusto por la educación física en función del rendimiento académico de 4000 escolares adolescentes españoles, una vez analizados los resultados de estudios como AVENA, AFINOS y UP&DOWN, concluye que, sobre todo en los varones, aquellos que poseen un mejor rendimiento académico también muestran un mayor gusto por la educación física, lo cual da sentido a los resultados encontrados en este estudio.

Un 6% de los participantes presentó dificultades para coordinar los movimientos de su cuerpo de forma competente, lo que sin duda es un asunto de interés, que es poco abordado por los profesores de educación física, y que necesitaría una mayor atención (Ruiz, 2005; Ruiz, Gómez, Jiménez, Ramón y Peñaloza, 2015).

Por último, es adecuado indicar que una de las debilidades del estudio es su naturaleza transversal y asociativa, lo que impide establecer relaciones de causalidad. Estudios longitudinales que permitan ver la evolución de estas variables arrojarían sin duda más luz sobre estas complejas relaciones.

Referencias

- Ahamed, Y., Macdonald, H., Reed, K., Naylor, P. J., Liu-Ambrose, T., & McKay, H. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 371-376.
- Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports*, 24(1):e52-61. doi: 10.1111/sms.12093.
- Archer, T., & García, D. (2014). Physical exercise influences academic performance and well-being in children and adolescents. *International Journal of School and Cognitive Psychology*, 1(1). <http://dx.doi.org/10.4172/1234-3425.1000e102>.
- Arnett, C. (1968). Interrelationships between selected physical variables and academic achievement of college women. *Research Quarterly*, 39, 227-230.
- Aviles, C., Ruiz, L. M., Navia, J. A., Rioja, N., & Sanz, D. (2014). La pericia perceptivo-motriz en el deporte: Del enfoque ecológico y dinámico a la enacción. *Anales de Psicología*, 30(2), 725-737.
- Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., & Ian Pickup, R. (2009). The educational benefits claimed for physical education and school sport: an academic review. *Research Papers in Education*, 24(1),1-27.
- Cantell, M., Crawford, S.G., & Doyle-Baker, P.K. (2008). Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. *Human Movement Science*, 27, 344-362.
- Cañadas, L., Esteban-Cornejo, I., Ortega, F.B., Gómez-Martínez, S., Casajús, J.A., Cabero, M. J., et al. (2015). Straight-A students dislike physical education in adolescence: myth or truth? The AVENA, AFINOS and UP&DOWN studies. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 318-323. doi:10.3305/nh.2015.32.1.8924.
- 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, 239–252.
- Cañadas, L., Veiga, O. L., & Martínez-Gómez, D. (2014). Important considerations when studying the impact of physical education on health in youth. *BMC Pediatrics*, 14, 75. <http://www.biomedcentral.com/1471-2431/14/75>.
- Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, L. M., Brown, D. R., Kohl, H. W., & Dietz, W. H. (2008). Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *American Journal of Public Health*, 98, 721–727.
- 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 North-eastern United States. *Journal of School Health*, 79(1), 30–37.
- Coe, D. P., Pivarkinh, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Malina, R. M. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(8), 1515-1519.
- Córdoba, L. G., García, V., Luengo, L. M., Vizuete, M. & Feu, S. (2012). Cómo influyen la trayectoria académica y los hábitos relacionados con el entorno escolar en el rendimiento académico en la asignatura de educación física. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21, 9-13.
- Cratty, B.J. (1972). *Physical Expressions of Intelligence*. New Jersey: Prentice Hall.
- Donnelly, J. E., Greene, J. L., Gibson, C. A., Sullivan, D. K., Hansen, D. M., Hillman, C. H. ... Washburn, R.A. (2013). Physical activity and academic achievement across the curriculum (A+PAAC): rationale and design of a 3-year, cluster-randomized trial. *BMC Public Health*, 13, 307. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/307>
- 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, 225-237.
- Esteban, I., Tejero, C. M., Martínez, D., Cabanas, V., Fernández, J. R., Sallis, J. F., & Veiga, O.L. (2014). Objectively measured physical activity has a negative but weak association with academic performance in children and adolescents. *Acta Paediatrica*, 103(11):e501-6. doi: 10.1111/apa.12757
- Ericsson, I. (2008). Motor skills, attention and academic achievements: an intervention study in school years 1–3. *British Educational Research Journal*, 34, 301–313.
- Harris, D.V. (1979) *¿Por qué practicamos deporte?*. Barcelona: JIMS (Cap.4)
- Fox, C. K., Bar-Anderson, D., Neumark-Sztainer, D., & Wall, M. (2010). Physical activity and sports team participation: Association with academic outcomes in middle school and high school students. *Journal of School Health*, 80, 31-37.
- Gardner, H. (1987). *Estructuras de la mente. La teoría de las múltiples inteligencias*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Haapala, E. A., Poikkeus, A. M., Tompuri, T., Kukkonen-Harjula, K., Leppänen, P.H.T., Lindi, V., & Lakka, T.A. (2014). Associations of Motor and Cardiovascular Performance with Academic Skills in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(5), 1016-1024. doi: 10.1249/MSS.0000000000000186.
- Ismail, A.H., & Gruber, J.J. (1967). *Motor aptitude and intellectual performance*. Ohio: Charles Merrill.
- Keller, S. (1982). Academic achievement and physical education. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 53, 26-28.
- Kim, S.Y., & So, W.Y. (2012). The relationship between school performance and the number of physical education classes attended by Korean adolescents students. *Journal of Sport Science and Medicine*, 11, 226-230.
- Kinkendall, D. C., & Gruber, J. J. (1970). Canonical Relationships between the Motor and Intellectual Achievement Domains in Culturally Deprived High School Pupils. *Research Quarterly*, 41(4), 496-502. doi: 10.1080/10671188.1970.10615007.
- Kwak, L., Kremers, S. P., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N.S., & Sjostrom, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *Journal of Paediatrics*, 155, 914–918 e911.
- Lee, C., & Hopkins, J. (2013). Effect of aerobic exercise on cognition, academic achievement and psychosocial function in children: A systematic review of randomized control trials. *Preventing Chronic Disease*, 10, 130010. doi: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd10.130010>
- Leonard, H. C., & Hill, E. L. (2015). Executive Difficulties in Developmental Coordination Disorder: Methodological Issues and Future Directions. *Current Developmental Disorders Report*, 2, 141–149. doi: 10.1007/s40474-015-0044-8.
- Medina, J. (2011). *Exprime tus neuronas. 12 reglas básicas para ejercitar nuestra mente*. Barcelona: Gestión 2000
- Noë, A. (2010). *Fuera de la cabeza: Por qué no somos el cerebro: Y otras lecciones de la biología de la consciencia*. Barcelona: Kairós.
- Planisek, J., & Pisot, R. (2006). Motor coordination and intelligence level in adolescence. *Adolescence*, 41(164), 667-676.
- Ramón, I. (2015). *La coordinación motriz en la adolescencia y su relación con el IMC hábitos de práctica y motivación en educación física: Estudio transversal y longitudinal*. Tesis Doctoral no publicada. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Rasberry, C. N., Lee, S., Robin, L., Laris, B. A., Russell, L. A., Coyle, K. K., & Nihiser, A. J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Preventive Medicine*, 52 Suppl 1: S10-20. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.027.
- Rioja, N., Ruiz, L. M., Graupera, J. L., Ramón, I., Palomo, M., & García (2013). *Análisis de la Competencia Motriz en los Escolares de la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad.
- Roebers, C.M., Röthlisberger, M., Neunschwander, R., Cimeli, P., Michel, E., & Jäger, K. (2014). The relation between cognitive and motor performance and their relevance for children's transition to school: Latent variable approach. *Human Movement Science*, 33, 284-97. doi: 10.1016/j.humov.2013.08.011.
- Rosenbaum, D.A., Carlson, R.A., & Gilmore, R.O. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annual Review of Psychology*, 52, 453–470.
- Ruiz, L.M. (1992). Cognición y Motricidad: Tópicos, intuiciones y evidencias en la explicación del Desarrollo Motor. *Revista de Psicología del Deporte*, 2, 5-13
- Ruiz, L. M. (2005). *Move con dificultad en la escuela*. Sevilla: Wanceulen
- Ruiz, L.M., Palomo, M., Ramón, I., Ruiz, A., & Navia, J.A. (2014). Relationships among multiple intelligences, motor performance and academic achievement in secondary school children. *International Journal of Academic Research*, Part B., 6, 6.
- Ruiz, L.M., García, M., Jiménez, P., Ramón, I., & Peñaloza, R. (2015). ¿Debemos preocuparnos por la coordinación corporal de los escolares de la Educación Secundaria Obligatoria?. *Revista de Pediatría Atención Primaria*, 17, 6109-e116. www.pap.es
- Sallis J. F., McKenzie T. L., Kolody, B., Lewis, M., Marshall, S., & Rosengard P. (1999). Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 127–134.
- Sibley, B.A., & Etner, J.L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Paediatric Exercise Science*, 15, 243–256.
- Sigh, A., Uijt, L., Twisk, J. W. R., van Mechelen, W., & Chinapaw, J. M. (2012). Physical Activity and Performance at School. A Systematic Review of the Literature including a Methodological Quality Assessment. *Archives of Paediatric Adolescence Medicine*, 166(1), 49-55.
- Skinner, R., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science*, 20, 73-94.
- Tomporowski, P.D., Davis, C. L., Miller, P.H., & Naglieri, J.A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20, 111-131.
- Tremblay, M.S., Inman, J.W., & Williams, J.D. (2000). The relationships between physical activity, self-esteem, and academic achievement. *Paediatric Exercise Science*, 12, 312-323.
- Trudeau, F., & Shephard, R. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5, 10. doi: 10.1186/1479-5868-5-10.
- Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (2005). *De cuerpo presente: Las ciencias cognitivas y la experiencia humana* (3ª reimp.). Barcelona: Gedisa.