

# El proceso de transferencia en el aprendizaje y desarrollo motor

José Antonio Cecchini Estrada<sup>1</sup>, Jorge Luis Fernández Losa<sup>1</sup>, Miguel Pallasá Manteca<sup>2</sup>  
y Christian Cecchini Applegate<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Oviedo, <sup>2</sup> Colegio La Gesta y <sup>3</sup> Southeastern Louisiana University

La finalidad de este estudio es analizar el proceso de transferencia en el aprendizaje de habilidades motrices. Para ello 320 niños/as, con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años ( $M= 7,61$ ;  $DT= 2,61$ ), realizaron nueve pruebas de recepción de objetos en movimiento en las que se cruzaron las siguientes variables: la presencia-ausencia de desplazamiento (estático o en movimiento), los segmentos corporales utilizados (manos o brazos), la dirección del movimiento (derecha o izquierda) y el móvil (balón de voleibol o pelota de tenis). Los resultados parecen indicar que lo que se transfiere es el elemento común a todas ellas, el sistema de regulación viso-cinestésico, que se construye en base a un programa motor generalizado y a una estrategia predictiva de control continuo. También se observa cómo los participantes se agrupan por niveles de habilidad que representan niveles de desarrollo del sistema regulador señalado. Finalmente, se discuten los resultados y se aportan estrategias para mejorar el proceso de aprendizaje en la educación física y el deporte.

*The learning and motor development transfer process.* The aim of this study is to analyze the transference process in motor skill learning. For this purpose, 320 boys and girls, with ages ranging from 3 to 12 years ( $M= 7.61$ ;  $SD= 2.61$ ), took part in nine object movement reception drills in which the following variables were cross-examined: the presence-absence of displacement (static or in motion), the corporal segments utilized (hands or arms), the movement direction (right or left), and the moving object (volleyball or tennis ball). The results indicate that what is being transferred is the common factor among them, the ocular-kinesthetic regulating system, which is constructed according to a generalized motor program and a predictive strategy of continuous control. The way that individuals group by levels of skill that represent the developmental levels of the aforementioned regulating system can also be observed. Lastly, the results are discussed, and strategies to improve the learning process in sports and physical education are provided.

Cuando aprendemos tareas motoras es inevitable que existan relaciones entre ellas, ya sea porque las estamos aprendiendo casi simultáneamente, o bien, porque una tarea aprendida antes puede influir en otra aprendida posteriormente, o viceversa. Este problema, por el que los aprendizajes de distintas habilidades motoras pueden afectarse entre sí, se conoce por el nombre de «transferencia» (Oña, Martínez, Moreno y Ruiz, 1999). Se define como una ganancia (o pérdida) en la capacidad de rendimiento en una tarea como consecuencia de la práctica en otra (Weigelt, Williams, Wingrove y Scott, 2000). En consecuencia, la transferencia del aprendizaje es un elemento clave que ha interesado tanto a psicólogos como a profesores (Cañas, Quesada y Antolí, 1999; Cecchini, Montero, Alonso, Izquierdo y Contreras, 2007; Cecchini, Montero y Peña, 2008; Weigelt et al., 2000).

Diferentes estudios han mostrado la capacidad del sistema nervioso para generalizar las habilidades motrices aprendidas a movi-

mientos similares, a otros contextos o áreas de trabajo, e incluso a la extremidad opuesta en las tareas lateralizadas (Criscimagna-Hemminger, Donchin, Gazzaniga y Shadmehr, 2003; Morton, Lang y Bastian, 2001; Román, 2008; Shadmehr y Mussa-Ivaldi, 2000). Estos estudios han arrojado información valiosa sobre cómo los códigos del sistema nervioso generalizan las habilidades motoras.

Según Oña et al. (1999), las posibilidades de actualización de la transferencia dependen del modelo comportamental en que se base la teoría del aprendizaje que sigamos:

- Para los modelos clásicos, cada habilidad o variación sobre una tarea debe practicarse por separado, minimizando el valor de la generalización, la creatividad y, por tanto, la transferencia. Se basan en los programas motores restringidos y los modelos de procesamiento serial. Los aprendizajes deben ser específicos y cada situación o habilidad debe aprenderse por separado.
- Para los modelos cognitivos la transferencia tiene un gran valor y el participante puede adaptar habilidades aprendidas a situaciones diferentes, o facilitar el aprendizaje de unas habilidades con otras e incluso crear variaciones sobre patrones de tareas. Se basan en el concepto de programa motor generalizado y los modelos flexibles de procesamiento.

Se sabe más bien poco acerca de la neurofisiología de las acciones de interceptación, tales como la captura de objetos en movimiento (Merchant, Battaglia-Mayer y Georgopoulos, 2004; Lee, Port, Kruse y Georgopoulos, 2001; Port, Kruse, Lee y Georgopoulos, 2001). Por otro lado, no es lo mismo golpear, por ejemplo, una bola rápida en el béisbol que recibir una pelota lanzada suavemente a las manos del receptor. Encontramos diferencias evidentes, entre otras, el tiempo disponible para la interceptación (muy corto en el primero y muy largo en el segundo), diferencias que también se han relacionado con distintos tipos de control. El escaso tiempo disponible para batear obliga a depender de una estrategia de predicción (McLeod, 1987). El jugador se ve obligado a predecir cuándo y dónde la intervención se llevará a cabo y, posteriormente, ejecuta una acción con un período de tiempo adecuado al punto de contacto. Por el contrario, acciones de interceptación, como atrapar una pelota lanzada favorablemente, puede tener éxito mediante una estrategia prospectiva (Peper, Bootsma, Mestre y Bakker, 1994). En este tipo de estrategia, el momento y el lugar de la interceptación no están específicamente programados antes de que el movimiento se ejecute, sino que surgen de un proceso continuo de ajuste basado en la información que especifica las relaciones entre el receptor y el objeto en movimiento. En un experimento realizado por Dessing, Peper, Bullock y Beek (2005), se aportan evidencias de una estrategia prospectiva continua en la captura de una pelota en la que los movimientos de la mano se han previsto en base a la mirada, centrada en la velocidad de la bola y su posición; lo que sugiere que la posición, la velocidad y la información temporal se combinan para dar forma a los movimientos del receptor en su captura.

Una vez que el implemento sale de las manos del lanzador, el receptor recibe información visual de su posición, momento a momento. En paralelo también recibe información cinestésica del lugar que ocupa su aparato locomotor, también momento a momento, y del resto de analizadores sensoriales (táctil, vestibular y acústico). El modelo de necesidad futura es constante e invariable (atrapar el objeto), pero la acomodación se lleva a cabo mediante un conjunto de movimientos variables que debe desembocar en el efecto constante (objetivo). La síntesis aferente que proporciona información de la posición del móvil (visual) y de los miembros del receptor en el espacio son procesadas y reguladas tomando en consideración la diferencia entre el requisito futuro y la situación actual, el cotejo de su curso y la corrección de cualquier error que se cometa. Es este sistema de regulación, mediante una estrategia prospectiva y continua, el que creemos se transfiere a todas las habilidades relacionadas con la recepción de objetos en movimiento. Estimamos que la variación en los lanzamientos (cortos o largos), el tipo de recepción (brazos o manos), el tipo de desplazamiento (derecha o izquierda) o el móvil que es lanzado (balones de voleibol o pelotas de tenis) nos pueden servir para entender mejor este problema, ya que si el aprendizaje es la consecuencia de encadenar programas restringidos deberíamos encontrar agrupaciones en base a sus similitudes estructurales externas, e incluso una progresión en el aprendizaje entre ellas. Unas, las más sencillas, se estructurarían en las primeras etapas de desarrollo y otras, las más complejas, en etapas de desarrollo posteriores. Si por el contrario lo que se transfiere es el sistema regulador común a todas ellas debería emerger en el presente estudio.

La finalidad de este trabajo es analizar el proceso de transferencia en el aprendizaje de habilidades motrices al objeto de determinar si este aprendizaje es la consecuencia de encadenar programas seriados

de carácter restringido o, por el contrario, se debe al ajuste progresivo de un sistema de regulación de las acciones motrices a situaciones cambiantes en base a un programa motor generalizado. También nos hemos propuesto analizar las fases en las que se estructura.

## Método

### *Participantes*

En este estudio participaron 320 estudiantes (164 chicos y 156 chicas) de un colegio de Educación Infantil y Primaria de una ciudad del norte de España, con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años ( $M=7,61$ ;  $DT=2,61$ ). Los estudiantes pertenecían a los tres cursos de Educación Infantil y a los seis cursos de Educación Primaria.

### *Instrumentos*

Se realizaron nueve pruebas de recepción de móviles en las que se cruzaron las siguientes variables: la presencia-ausencia de desplazamiento (estático o en movimiento), los segmentos corporales utilizados (manos o brazos), la dirección del movimiento (derecha o izquierda) y el móvil (balón de voleibol o pelota de tenis). Las pruebas fueron las siguientes: 1) recepción estática de balón de voleibol con manos (E.MN.BV); 2) recepción estática de balón de voleibol con brazos (E.BR.BV); 3) recepción estática de pelota de tenis con manos (E.MN.PT); 4) recepción dinámica, con desplazamiento a la derecha, de balón de voleibol con brazos (DD.BR.BV); 5) recepción dinámica, con desplazamiento a la izquierda, de balón de voleibol con brazos (DI.BR.BV); 6) recepción dinámica, con desplazamiento a la derecha, de balón de voleibol con manos (DD.MN.BV); 7) recepción dinámica, con desplazamiento a la izquierda, de balón de voleibol con manos (DI.MN.BV); 8) recepción dinámica, con desplazamiento a la derecha, de pelota de tenis con manos (DD.MN.PT); 9) recepción dinámica, con desplazamiento a la izquierda, de pelota de tenis con manos (DI.MN.PT).

### *Procedimiento*

En la recepción estática el balón de voleibol (65 cm de circunferencia, 265 g de peso y presión interior de 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>) y la pelota de tenis (6,57 cm de diámetro, 56 g de peso) se lanzaron desde una distancia de 3 metros por un adulto previamente formado para ello. El lanzamiento se realizaba a dos manos, con una trayectoria semicircular de abajo arriba y dirigido suavemente a los brazos-manos del chico/a.

En las pruebas de recepción dinámica el lanzamiento seguía la misma trayectoria pero el punto de destino estaba situado a 1,5 metros del receptor y en una diagonal de 45°, derecha o izquierda. Una vez reunido al grupo, el investigador principal explicaba a los participantes las pruebas que a continuación tenían que realizar y para las que disponían de tres intentos. Las recepciones fueron filmadas por una persona especializada desde una cámara fija situada a 4 metros de los participantes. Se contó en todo momento con la autorización del director del colegio y de los padres de los alumnos/as.

### *Análisis de los datos*

Para extraer la información de los vídeos se utilizó el modelo teórico elaborado por Fernández-Losa, Cecchini y Pallasá (2011).

El modelo se divide en cuatro fases que ocurren de manera sucesiva:

- *Fase de ajuste al vuelo.* Es la que se desarrolla en el tiempo en el que el móvil está en el aire una vez ha salido de las manos del lanzador. Incluye los movimientos globales o segmentarios del cuerpo del receptor para acomodarse a la velocidad, trayectoria y distancia del móvil.
- *Fase de contacto.* Es la que acontece justo en el momento en el que el móvil se reúne con el receptor.
- *Fase de amortiguación.* Es la que se desarrolla en el momento posterior al contacto. Se entiende por amortiguación la disminución de la fuerza de inercia del móvil.
- *Fase de parada.* Es la que acontece al final de la amortiguación con la detención controlada del móvil.

Para medir el nivel de habilidad se puntuó a cada uno de los participantes entre 0 y 5. Si no se produce ningún movimiento de ajuste al vuelo predecimos que ahí termina el proceso y otorgamos 0 puntos. Si hay movimientos de ajuste al vuelo pero no termina en contacto del participante con el móvil le concedemos 1 punto. Si hay contacto pero no amortiguación se otorgan 2 puntos. Si hay amortiguación pero no parada, 3 puntos. Si se produce la parada completa pero se apoya en otras partes del cuerpo además de las señaladas, 4 puntos; y si se realiza conforme al objetivo previsto 5 puntos. Todas las observaciones se han realizado por dos investigadores de manera simultánea. El vídeo se pasaba, en cada caso, primero a velocidad normal y luego a cámara lenta. Cuando había alguna duda se volvía a pasar hasta que los dos observadores lo daban por válido. Para determinar el grado de acuerdo entre observadores se utilizó el coeficiente Kappa= 98,8%.

### Resultados

En la tabla 1 se muestra la media de habilidad, la desviación típica y la correlación entre las variables.

Como podemos observar, las correlaciones entre todas las pruebas son elevadas y homogéneas. Para determinar si existe un sistema de regulación común a todas ellas se realizó un análisis factorial confirmatorio (CFA). En nuestro modelo las variables observadas o endógenas son las pruebas realizadas de recepción

de objetos en movimiento y la variable latente o exógena, también llamada constructo o factor, representa conceptos abstractos unidimensionales, en este caso el elemento común a todas ellas, para nosotros el sistema regulador viso-cinestésico. Los siguientes índices de fiabilidad se usaron para evaluar la solución del CFA: chi cuadrado ( $\chi^2$ ); índice de conveniencia no normalizado de Bentler-Bonett (NNFI); índice de ajuste comparativo (CFI); raíz residual estandarizada cuadrática media (SRMR); y raíz media cuadrática del error de aproximación (RMSEA) y su intervalo de confianza del 90% (CI). Un buen ajuste del modelo se produce cuando los valores NNFI y CFI se aproximan a 0,95, el SRMR a 0,08, y el RMSEA a 0,06 (Hu y Bentler, 1999). Se utilizó el método de estimación de máxima probabilidad (Bentler, 1995) para el CFA. La estructura de la hipótesis tuvo una excelente forma:  $\chi^2(27)= 47,83$ ,  $p= 0,008$ ;  $\chi^2 /df= 1,77$ ; CFI= 0,99; NNFI= 0,98; RMSEA (90% CI)= 0,05; SRMR= 0,06. Todas las cargas de los factores fueron significativas en  $p<0,001$ . El coeficiente alfa fue 0,94 (figura 1).

Las pruebas de recepción de móviles fueron también sometidas a un análisis de conglomerados jerárquico. Antes de realizar este análisis todas las variables fueron estandarizadas usando valores  $z$  (media de 0 y desviación típica de 1). En los métodos jerárquicos aglomerativos el análisis comienza con tantos conglomerados como individuos. A partir de estas unidades iniciales se van formando nuevos conglomerados de forma ascendente, agrupando en cada etapa a los individuos de conglomerados más próximos. Al final del proceso todos los individuos están agrupados en un único conglomerado. Se usó el método de Ward para minimizar las diferencias en el cluster y para evitar los problemas de largas cadenas de observaciones. Como buscamos una solución en la que los conglomerados sean distintos entre sí y, por otro lado, dentro de cada uno de ellos los elementos que lo forman estén próximos, la solución adecuada sería aquella en la que las líneas correspondientes tardaran en cerrarse. En nuestro caso, hasta la solución de tres conglomerados, los que se van formando presentan distancias pequeñas, inferiores a 4. Se constató que la fusión de una solución de tres cluster era la que creaba un mayor cambio en los coeficientes (10,2). Esto indicaba que a partir de aquí se estaban fusionando cluster diferentes. En consecuencia, se determinó que la solución de tres cluster era la más adecuada. Esta decisión fue claramente apoyada por el dendograma.

Tabla 1

Media, desviación típica y correlaciones para las pruebas de recepción de móviles. E= estático, DD= desplazamiento derecha, DI= desplazamiento izquierda, BR= brazos, MN= manos, BV= balón de voleibol, PT= pelota de tenis

	Total		Correlaciones							
	M	DT	1	2	3	4	5	6	7	8
1. E.BR.BV.	4,29	1,45	1,00							
2. E.MN.BV.	4,03	1,62	0,65**	1,00						
3. E.MN.PT.	3,48	1,82	0,56**	0,59**	1,00					
4. DD.BR.BV.	3,39	2,02	0,55**	0,56**	0,65**	1,00				
5. DI.BR.BV.	3,57	1,97	0,58**	0,60**	0,59**	0,70**	1,00			
6. DD.MN.BV.	3,61	1,84	0,61**	0,64**	0,65**	0,71**	0,71**	1,00		
7. DI.MN.BV.	3,71	1,84	0,59**	0,64**	0,66**	0,67**	0,73**	0,75**	1,00	
8. DD.MN.PT.	3,16	2,04	0,52**	0,62**	0,64**	0,65**	0,65**	0,70**	0,68**	1,00
9. DI.MN.PT.	3,14	2,06	0,53**	0,65**	0,67**	0,68**	0,67**	0,69**	0,68**	0,72**

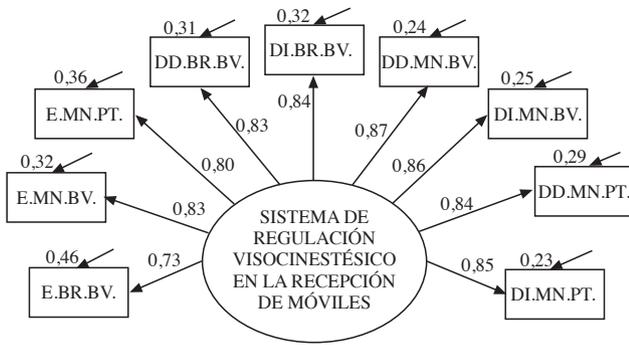


Figura 1. Análisis factorial confirmatorio del sistema de regulación continuo

Variables	Cluster 1 (N= 189)		Cluster 2 (N= 63)		Cluster 3 (N= 68)	
	M (z)	SD	M (z)	SD	M (z)	SD
1. E.BR.BV.	4,93 (0,47)	0,24	4,25 (0,02)	1,24	2,52 (-1,12)	2,05
2. E.MN.BV.	4,86 (0,54)	0,43	3,71 (-0,15)	1,55	2,01 (-1,18)	1,90
3. E.MN.PT.	4,47 (0,52)	1,08	3,06 (-0,22)	1,66	1,11 (-1,27)	1,20
4. DD.BR.BV.	4,58 (0,60)	0,86	3,11 (-0,11)	1,90	,33 (-1,46)	0,70
5. DI.BR.BV.	4,70 (0,59)	0,80	3,57 (0,03)	1,59	,41 (-1,54)	0,83
6. DD.MN.BV.	4,68 (0,62)	0,71	3,31 (-0,09)	1,60	,91 (-1,34)	1,26
7. DI.MN.BV.	4,67 (0,55)	0,85	3,79 (0,10)	1,49	,98 (-1,35)	1,37
8. DD.MN.PT.	4,48 (0,65)	1,13	2,01 (-0,52)	1,58	,55 (-1,22)	0,96
9. DI.MN.PT.	4,57 (0,67)	1,04	1,76 (-0,67)	1,35	,47 (-1,29)	0,80
Características de los cluster						
Varones n (%)	111 (58,7%)		28 (44,4%)		25 (36,8%)	
Mujeres n (%)	78 (41,3%)		35 (55,6%)		43 (63,2%)	

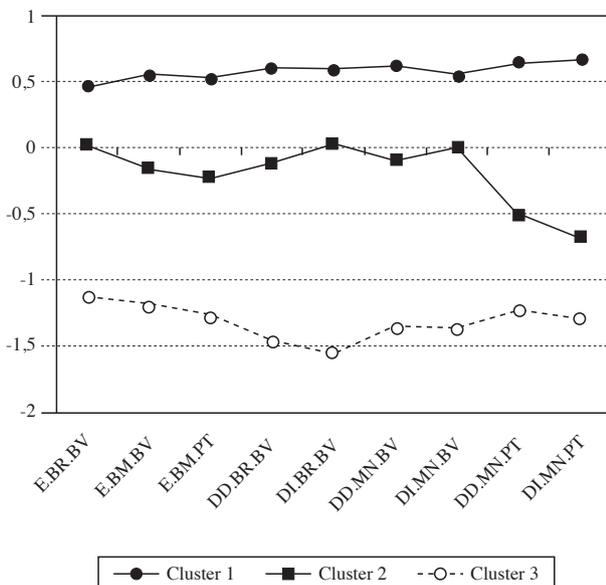


Figura 2. Puntuaciones z en las pruebas de recepción de móviles en los tres cluster identificados

La figura 2 muestra los tres perfiles distintos de habilidad identificados con el análisis de conglomerados jerárquico. El cluster 1 se caracterizó por un perfil de habilidad alta en todas las pruebas. Estaba compuesto por 189 estudiantes, de los que el 58,7% eran varones y con una media de edad de 9,4 años. El cluster 2 estaba formado por 63 estudiantes con un perfil de habilidad intermedio, de los que el 55,6% eran mujeres y con una media de edad de 6,4 años. Los estudiantes clasificados en el cluster 3 tenían un perfil de habilidad bajo en todas las pruebas. Estaba compuesto por un total de 68 niños/as, de los que la mayoría eran mujeres (63,2%) y con una media de edad de 4,7 años (tabla 2).

En base a estos resultados se realizó un análisis MANOVA 2 (género) × 3 (edad). Antes se agruparon las edades en tres tramos coincidentes con las encontradas en los cluster y que son consistentes con las etapas en la estructuración del esquema corporal: 3-5 años, 5-7 años, 7-12 años (Vayer, 1977; Fernández-Losa et al., 2011). A continuación se examinó la idea de homogeneidad de covarianza usando el test de Box M. El resultado reveló que la idea no fue resuelta (Box M= 1806,73, F= 4,14, p<0,001). Debido a esto, seguimos las sugerencias de Olson (1979) y de Tabachnick y Fidell (1996) de usar el Pillai's Trace en vez de la Lambda de Wilks para evaluar la significación multivariada de efectos principales y de las interacciones. El MANOVA rindió un efecto principal significativo para la edad, Pillai's Trace= 0,97, F(18, 544)= 28,68, p<0,001, η²= 0,49 y para el género Pillai's Trace= 0,10, F(9,271)= 3,31, p<0,001, η²= 0,10. Los posteriores ANOVAs univariados revelaron que existían diferencias estadísticamente significativas para la edad en todas las pruebas: E.BR.BV. [F(1, 284)= 95,78, p<0,001, η²= 0,41], E.MN.BV. [F(1, 284)= 172,23, p<0,001, η²= 0,55], E.MN.PT. [F(1, 284)= 133,79, p<0,001, η²= 0,79], DD.BR.BV. [F(1, 284)= 162,00, p<0,001, η²= 0,54], DI.BR.BV. [F(1, 284)= 173,27, p<0,001, η²= 0,61], DD.MN.BV. [F(1, 284)= 223,10, p<0,001, η²= 0,61], DI.MN.BV. [F(1, 284)= 195,98, p<0,001, η²= 0,58], DD.MN.PT. [F(1, 284)= 240,77, p<0,001, η²= 0,63] y DI.MN.PT. [F(1, 284)= 238,67, p<0,001, η²= 0,63].

También aparecen diferencias estadísticamente significativas para el género en las nueve pruebas: E.BR.BV. [F(1, 284)= 11,87, p<0,001, η²= 0,04], E.MN.BV. [F(1, 284)= 11,19, p<0,001, η²= 0,04], E.MN.PT. [F(1, 284)= 4,73, p<0,05, η²= 0,02], DD.BR.BV. [F(1, 284)= 4,43, p<0,05, η²= 0,01], DI.BR.BV. [F(1, 284)= 3,79, p<0,05, η²= 0,01], DD.MN.BV. [F(1, 284)= 4,61, p<0,05, η²= 0,02], DI.MN.BV. [F(1, 284)= 18,76, p<0,001, η²= 0,06], DD.MN.PT. [F(1, 284)= 4,83, p<0,05, η²= 0,02] y DI.MN.PT. [F(1, 284)= 10,61, p<0,001, η²= 0,04]. En todas las pruebas los varones presentaron valores más altos que las mujeres. Se realizaron test post hoc empleando el HSD de Tukey para comparaciones por pares entre cada tramo de edad. En cada etapa de desarrollo se mejoró el grado de habilidad en todas y cada una de las pruebas a nivel p<0,001, por lo que deducimos que el aprendizaje ocurre en paralelo.

### Discusión y conclusiones

La finalidad de este estudio es analizar el proceso de transferencia en el aprendizaje de habilidades motrices. Para ello, se realizaron nueve pruebas de recepción de móviles en las que se cruzaron diferentes variables. El objetivo era determinar si este aprendizaje es la consecuencia de encadenar programas seriados de carácter restringido o, por el contrario, se debe al ajuste progresivo de un sistema de regulación de las acciones motrices a situaciones cambiantes en base a un programa motor generalizado. En el primer

caso deberíamos encontrar agrupaciones por proximidades estructurales externas e incluso una progresión en el aprendizaje de diferentes pruebas marcado por esas similitudes. Los resultados, sin embargo, no muestran esto. Aparecen correlaciones elevadas y homogéneas entre todas las pruebas y el análisis factorial confirmatorio muestra un único factor muy consistente que creemos explica el elemento común a todas ellas: el sistema de regulación continuo viso-cinestésico. Van Waelvelde, De Weerd, De Cock y Smits (2003) también encontraron correlaciones muy altas entre la captura de pelotas lanzadas cortas y largas.

Las implicaciones para la enseñanza de las habilidades motrices de estos hallazgos son muy importantes porque lo que se debe desarrollar es el sistema regulador y para que esto ocurra es necesario que se estructure y ajuste. La esencia del proceso regulador es su capacidad para adaptarse a situaciones variables, luego la variabilidad es el elemento clave en su construcción. Por tanto, la lógica del sistema determina que el profesor debe presentar a sus alumnos propuestas variadas y abiertas, en situaciones cambiantes, para que entre en juego la comparación entre los parámetros reales e ideales del movimiento. Ese proceso comparativo es fundamental para enviar los impulsos correctivos, regulativos. La práctica variable parece ser un poderoso factor del aprendizaje motor infantil (Schmidt, 1988; Ruiz, 1995 y 1998) y, en general, en el contexto de la educación física (Cecchini, González, Carmona y Contreras, 2004; Cecchini et al., 2008). Por este motivo creemos que los juegos motrices son un poderoso instrumento para desarrollar la competencia motriz en estas edades, ya que los participantes tienen que resolver situaciones-problema con un grado muy elevado de variabilidad.

También se realizó un análisis de conglomerados en el que se observa cómo los individuos se agrupan por niveles de habilidad homogéneos. Cabría esperar, si el aprendizaje fuera la consecuencia de encadenar programas seriados, que aparecieran niveles de habilidad en base a la dificultad de la tarea, es decir, que antes se dominase la recepción estática y luego la dinámica, o que antes se dominase la recepción con brazos y después con manos, o que antes se dominase la recepción de objetos grandes y luego de los pequeños, pero tampoco es esto lo que observamos. En la primera etapa de desarrollo analizada (3-5 años), los niños/as tienen serias

dificultades para resolver todos los problemas motrices que les hemos planteado, pero una vez que se instala el proceso regulativo automáticamente se transfiere a todas las habilidades de recepción (fases 2 y 3). En la figura 2, que representa niveles de habilidad, se observa cómo la transferencia entre todas las pruebas es muy elevada y en el análisis multivariado en función de la edad vuelven a aparecer los mismos comportamientos, es decir, diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas con respecto a la fase anterior. Se observa un aprendizaje en paralelo más que un aprendizaje seriado. Es evidente que hay pruebas que presentan un grado mayor de dificultad que otras, de hecho las medias finales alcanzadas son diferentes (tabla 1), y también aparecen variaciones entre algunas pruebas, sobre todo en la etapa entre los 5 y los 7 años, creemos que esto es debido a que precisan un mayor afinamiento del sistema regulador viso-cinestésico.

Todo esto también tiene serias implicaciones en la enseñanza de habilidades motrices pues se pone en cuestión el proceso de aprendizaje en pequeños pasos y, por tanto, la enseñanza por niveles secuenciales y progresivos. Por tanto, además de variar las tareas éstas deben ser presentadas de una forma global. Proponer a los niños/as, por ejemplo, situaciones-problemas en las que se varíe el tipo de lanzamiento, los desplazamientos del receptor, el tamaño de objeto lanzado, etc., parece lo más conveniente si lo que se desea es mejorar el sistema regulador.

También observamos diferencias en todas las pruebas en función del género, los varones muestran niveles superiores. Estos resultados son consistentes con los observados en otros estudios (Fernández et al., 2011; Van Waelvelde et al., 2003) y con los resultados anteriormente señalados, ya que, en definitiva, lo que muestran es un mayor desarrollo del sistema regulador en los varones que se transfiere a todas las pruebas.

Esta investigación tiene algunas limitaciones y sus resultados deberían ser confirmados por nuevos trabajos que aborden el estudio de otras habilidades motrices. Incluso se deberían relacionar todas estas capacidades entre sí para determinar si existe una estructura común. También se tendrían que realizar estudios experimentales para determinar si lo aprendido en una habilidad motriz se transfiere al resto de competencias que tengan la misma estructura regulativa.

## Referencias

- Bentler, P.M. (1995). *EQS structural equations program manual, Multivariate Software*, Encino, CA.
- Byrne, B.M. (2001). *Structural equation modeling with Amos: Basic concepts, applications, and programming*. Mahwah, Nueva Jersey: Erlbaum.
- Cañas, J.J., Quesada, J.F., y Antolí, A. (1999). Flexibilidad del conocimiento implícito. *Psicothema*, 11(4), 901-916.
- Cecchini, J.A., González, C., Carmona, A., y Contreras, O. (2004). Relaciones entre clima motivacional, la orientación de meta, la motivación intrínseca, la autoconfianza, la ansiedad y el estado de ánimo en jóvenes deportistas. *Psicothema*, 16(1), 104-109.
- Cecchini, J.A., González, C., Méndez-Giménez, A. Fernández-Río, J., Contreras, O., y Romero, S. (2008). Metas sociales y de logro, persistencia-esfuerzo e intenciones de práctica deportiva en el alumnado de educación física. *Psicothema*, 20(2), 260-265.
- Cecchini, J.A., Montero, J., Alonso, A., Izquierdo, M., y Contreras, O. (2007). Effects of personal and social responsibility on fair play in sports and self-control in school-aged youths. *European Journal of Sport Science*, 7(4), 203-211.
- Cecchini, J.A., Montero, J., y Peña, J.V. (2009). Repercusiones del programa intervención para desarrollar responsabilidad personal y social de Hellison sobre los comportamientos fair-play y autocontrol. *Psicothema*, 15(4), 631-637.
- Criscimagina-Hemminger, S.E., Donchin, O., Gazzaniga, M.S., y Shadmehr, R. (2003). Learned dynamics of reaching movements generalize from dominant to nondominant arm. *Journal of Neurophysiology*, 89, 168-176.
- Dessing, J.C., Peper, C.E., Bullock, D., y Beek P.J. (2005). How position, velocity, and temporal information combine in the prospective control of catching: Data and model. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(4), 668-686.
- Fernández-Losa, J., Cecchini, J.A., y Pallasá, M. (en prensa). La recepción de balón en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*.
- Hu, L.T., y Bentler, P.M. (1995). Evaluating model fit. En R.H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (pp. 76-99). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Lee, D., Port, N.L., Kruse, W., y Georgopoulos, A.P. (2001). Neuronal clusters in the primary motor cortex during interception of moving targets. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 319-331.
- McLeod, P. (1987). Visual reaction time and high-speed ball games. *Perception*, 16, 45-59.
- Merchant, H., Battaglia-Mayer, A., y Georgopoulos, A.P. (2004). Neural responses in motor cortex and area 7a to real and apparent motion. *Experimental Brain Research*, 154, 291-307.
- Morton, S.M., Lang, C.E., y Bastian, A.J. (2001). Inter- and intra-limb generalization of adaptation during catching. *Experimental Brain Research*, 141, 438-445.
- Olson, C.L. (1979). Practical considerations in choosing a MANOVA Test Statistic: A rejoinder to Stevens. *Psychological Bulletin*, 86, 1350-1352.
- Oña, A., Martínez, M., Moreno, F., y Ruiz, L.M. (1999). *Control y aprendizaje motor*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Peper, C.E., Bootsma, R.J., Mestre, D.R., y Bakker, F.C. (1994). Catching balls: How to get the hand to the right place at the right time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 591-612.
- Port, N.L., Kruse, W., Lee, D., y Georgopoulos, A.P. (2001). Motor cortical activity during interception of moving targets. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 306-318.
- Román, B. (2008). *La transferencia del patinaje en línea al aprendizaje del esquí alpino en la educación física escolar*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Ruiz, L.M. (1995). *Competencia motriz. Elementos para comprender el aprendizaje motor en educación física escolar*. Madrid: Gymnos.
- Ruiz, L.M. (1998). La variabilidad en el aprendizaje deportivo. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital* [http://www.efdeportes.com/3, nº 11](http://www.efdeportes.com/3_nº11).
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Champaign: Human Kinetics Publi., 2ª ed.
- Shadmehr, R., y Moussavi, Z.M. (2000). Spatial generalization from learning dynamics of reaching movements. *Journal of Neuroscience*, 20, 7807-7815.
- Tabachnick, B.G., y Fidell, L.S. (1996). *Using multivariate statistics* (3ª ed.). New York: Harper Collins.
- Van Waelvelde, H., De Weerd, W., De Cock, P., y Smits, B.C.M (2003). Ball catching. Can it be measured? *Physiotherapy Theory and Practice*, 19, 259-267.
- Vayer, P. (1977). *El diálogo corporal*. Barcelona: Editorial Científico-Médica.
- Weigelt, C., Williams, A.M., Wingrove, T., y Scott, M.A. (2000). Transfer and motor skill learning in association football. *Ergonomics*, 14, 1698-1707.