



MHSalud
ISSN: 1659-097X
revistamhsalud@una.cr
Universidad Nacional
Costa Rica

Efectividad del feedback aumentado en el desempeño de destrezas motrices: un meta-análisis

Jiménez-Díaz, Judith; Chaves-Castro, Karla; Morera-Castro, María

Efectividad del feedback aumentado en el desempeño de destrezas motrices: un meta-análisis

MHSalud, vol. 18, núm. 1, 2021

Universidad Nacional, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237064193002>

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.18-1.2>

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

Efectividad del feedback aumentado en el desempeño de destrezas motrices: un meta-análisis

Effectiveness of Augmented Feedback on Motor Skills Performance: A Meta-Analysis

Eficácia do aumento do feedback sobre o desempenho das habilidades motoras: uma meta-análise

Judith Jiménez-Díaz

Universidad de Costa Rica, Escuela de Educación Física y Deportes, Costa Rica

Judith.jimenez_d@ucr.ac.cr

 <http://orcid.org/0000-0001-8663-7413>

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.18-1.2>

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237064193002>

Karla Chaves-Castro

Universidad de Costa Rica, Escuela de Educación Física y Deportes, Costa Rica

karla.chavescastro@ucr.ac.cr

 <http://orcid.org/0000-0003-0447-8960>

María Morera-Castro

Universidad Nacional, Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Costa Rica

mmore@una.ac.cr

 <http://orcid.org/0000-0003-2218-179X>

Recepción: 05 Febrero 2020

Aprobación: 24 Abril 2020

RESUMEN:

El propósito del presente estudio fue examinar la efectividad del *feedback* aumentado (FA) en el desempeño y aprendizaje de destrezas motrices. La búsqueda de los estudios se realizó en bases de datos digitales, revisando referencias y consultando a personal experto del área. La selección de los estudios y la extracción de los datos fue realizada por las tres autoras de forma independiente. La calidad de los estudios se evaluó utilizando una modificación de la escala TESTEX. Con el modelo de efectos aleatorios se calculó el tamaño de efecto (*TE*) de la diferencia de medias estandarizada. Se examinó la heterogeneidad con la *Q* estadística y la consistencia con *I*². Veinte estudios cumplieron los criterios de inclusión. Un total de 95 *TE* fueron calculados, lo cual representa a 949 participantes. El uso de FA durante la práctica física aumentó el desempeño significativamente entre el pretest y la adquisición ($TE = 0.87; IC95\% = 0.65, 1.10; n = 47; Q = 183.6, I^2 = 74.41\%; p < 0.01$); mientras que el desempeño disminuyó significativamente entre la prueba de adquisición y la retención, después de que el FA fue suspendido ($TE = -0.74, IC95\% = -1.04, -0.44; n = 45; Q = 377.45, I^2 = 88.34\%; p < 0.01$). Se analizaron la edad y el nivel de habilidad de los sujetos participantes, el tipo de destreza y las características de la práctica y el tipo de FA como posibles variables moderadoras. Los resultados sugieren que el desempeño mejora en la adquisición al recibir FA durante la práctica física, y disminuye en la retención, una vez que no está disponible; no obstante, el uso de FA promueve significativamente el aprendizaje de destrezas motrices.

PALABRAS CLAVE: *Feedback* extrínseco, conocimiento de resultados, conocimiento de la ejecución, aprendizaje motor, adquisición de destrezas.

ABSTRACT:

The purpose of this study was to use the meta-analytic approach to assess the effectiveness of augmented feedback (AF) on performance and learning of motor skills. Studies were retrieved by searching electronic databases, cross refereeing, and expert criteria. Studies were selected and data was extracted by the three authors independently. The quality of the studies was measured by a modify TESTEX scale. Random effects models using the standardized mean difference effect size (*ES*) were used to pool results. Risk of bias, heterogeneity, and inconsistency was examined. Twenty studies met the inclusion criteria. A total of 95 *ES*s were calculated, representing 949 participants. During physical practice, performance increases from pretest to acquisition when receiving AF ($ES = 0.87; 95\% CI = 0.65, 1.10; n = 47; I^2 = 74.41; Q = 183.6; p < 0.01$); while performance significantly decrease

between the acquisition and retention phase after AF was removed ($ES = -0.74$; 95% $CI = -1.04, -0.44$; $n = 45$; $I^2 = 88.34$; $Q = 377.45$; $p < 0.01$). Age and skill level ability of the participants, type of task, and practice characteristics, and type of feedback were analyzed as potentially moderator variables. Results suggest that AF increases performance in motor skills during physical practice, but performance decreases after removing AF in retention; all due, AF enhances learning of motor skills.

KEYWORDS: extrinsic feedback, knowledge of results, knowledge of performance, motor learning, skill acquisition.

RESUMO:

O objetivo do presente estudo foi examinar a eficácia do aumento do feedback (AF) sobre o desempenho e a aprendizagem das habilidades motoras. Foram pesquisados estudos em bancos de dados digitais, verificando referências e consultando especialistas na área. A seleção do estudo e a extração de dados foi feita pelos três autores independentemente. A qualidade dos estudos foi avaliada utilizando uma modificação da escala TESTEX. Sob o modelo de efeitos aleatórios, foi calculado o tamanho do efeito

(TE) da diferença média padronizada. A heterogeneidade foi examinada usando o Q estatístico e a consistência usando o I^2 . Vinte estudos preencheram os critérios de inclusão. Um total de 95 TE's foi calculado, representando 949 participantes. O uso de AF durante a prática física aumentou significativamente o desempenho entre o pré-teste e a aquisição ($ET = 0,87$; $CI95\% = 0,65, 1,10$; $n = 47$; $Q = 183,6$, $I^2 = 74,41\%$; $p < 0.01$); enquanto o desempenho diminuiu significativamente entre o teste de aquisição e a retenção, depois que o AF foi suspenso ($SD = -0,74$, 95% $CI = -1,04, -0,44$; $n = 45$; $Q = 377,45$, $I^2 = 88,34\%$; $p < 0,01$). A idade e o nível de habilidade dos participantes, tipo de habilidade e características de prática, e tipo de AF foram analisados como possíveis variáveis moderadoras. Os resultados sugerem que o desempenho melhora na aquisição ao receber AF durante a prática física, e diminui na retenção, uma vez que ela não está disponível; entretanto, o uso de AF promove significativamente o aprendizado das habilidades motoras.

PALAVRAS-CHAVE: feedback extrínseco, conhecimento de resultados, conhecimento de desempenho, aprendizagem motora, aquisição de habilidades.

INTRODUCCIÓN

Muchos factores contribuyen a un desempeño eficiente en las destrezas motrices (Magill & Anderson, 2013; Wulf, Shea, & Lewthwaite, 2010), entendidas estas como una tarea que tiene un objetivo claro e implica la coordinación y control del movimiento humano (Cattuzzo et al., 2016). Las primeras veces que una persona ejecuta una destreza motriz, es poco probable que su desempeño sea efectivo y eficiente; por lo que se requiere de la práctica y de un proceso de enseñanza, para alcanzar niveles óptimos de ejecución (Ericsson, 2008). Durante esa práctica, la persona puede recibir información del desempeño de la destreza ejecutada, esta información se denomina feedback (o realimentación) y puede proceder de dos fuentes: internas (feedback intrínseco) y externas (feedback extrínseco) (Lauber & Keller, 2014; Wulf et al., 2010).

El feedback intrínseco (FI) se constituye por la información que brindan los sentidos del propio ejecutante al efectuar la destreza (p.e. información perceptual), el cual es inherente y está presente en condiciones normales (Coker, 2004; Ives, 2014; Lauber & Keller, 2014). Por su parte, el feedback extrínseco (o aumentado) es la información complementaria brindada por parte de una fuente externa, es adicional a la información intrínseca que se origina del sistema sensorial de la persona ejecutante (Fairbrother, 2010; Lauber & Keller, 2014; Magill & Anderson, 2013) y es brindado por un sujeto: profesor, entrenador, instructor, compañero (Fairbrother, 2010) o un instrumento o software (Lauber & Keller, 2014; Phillips, Farrow, Ball, & Helmer, 2013).

Evidencias indican que el feedback aumentado (FA) promueve el mejoramiento del desempeño de las destrezas motrices y el aprendizaje motor (Burtner, Leinwand, Sullivan, Goh, & Kantak, 2014; Goodwin & Goggin, 2018; Hansen, Pfeiffer, & Patterson, 2011; Hoff et al., 2015; Lauber & Keller, 2014; Lim et al., 2015; Phillips et al., 2013; Sharma, Chevidikunnan, Khan, & Gaowgzeh, 2016; Sigrist et al., 2013). No obstante, se debe señalar que la efectividad del feedback puede estar influenciada por diversas fuentes, entre ellas: las características de los sujetos participantes, las características de la destreza, protocolo de la práctica y las diversas modalidades del feedback (Beltrão et al., 2011; Magill & Anderson, 2013; Phillips et al., 2013). Adicional a lo anterior, se ha encontrado que el feedback intrínseco, también beneficia el desempeño motor

(Leving et al., 2015), además, la cantidad de FA brindado influye en alguna medida en el uso del FI en las personas (Anderson et al., 2005).

El efecto del FA se explica, principalmente, por medio de la hipótesis de la guía, la cual plantea que brindar información durante la práctica favorece a un mejor desempeño en la adquisición de la destreza. Sin embargo, una vez que se elimina el feedback aumentado en una prueba de retención, se presenta un efecto negativo en el desempeño. Esto se debe a que la persona genera una dependencia del feedback aumentado durante la práctica, lo que la limita a utilizar el feedback intrínseco durante esta misma y, al realizar la destreza sin feedback, su desempeño disminuye (Maslovat, Chua, Lee, & Franks, 2004; Ranganathan & Newell, 2009; Sigrist et al., 2013; Tsai & Jwo, 2015).

En el FA se exhiben una gran variedad de modalidades o tipos, dentro de los más empleados se pueden mencionar: el contenido de la información (conocimiento de resultados o de ejecución), el enfoque (se centra en brindar información de los errores o aciertos), el momento (concurrente o al final de la ejecución), la frecuencia (periodicidad específica, ancho de banda, degradada, promediada o auto-regulada), el sentido (auditivo, visual, háptico), biofeedback, entre otras (Bechtel, McGee, Huitema, & Dickinson, 2015; Lauber & Keller, 2014; Magill & Anderson, 2013; Phillips et al., 2013; Reissig, Puri, Garry, Summers, & Hinder, 2015; Sigrist, Rauter, Riener, & Wolf, 2013; Wulf et al., 2010).

Este artículo centra la atención en la modalidad de contenido de la información, el cual se divide en dos categorías: conocimiento de resultados (knowledge of results o KR por sus siglas en inglés) y conocimiento de la ejecución (knowledge of performance o KP por sus siglas en inglés). En el KR, la información se brinda sobre el resultado de un movimiento en términos del cumplimiento del objetivo o metas de logro, por ejemplo, se le dice: la altura del salto fue de 90 cm; mientras que en el KP la información se brinda en la calidad de la técnica del movimiento o patrón de movimiento, un ejemplo, se le expresa: el codo no estaba completamente extendido (Coker, 2004; Lauber & Keller, 2014; Magill & Anderson, 2013).

En la revisión de bibliografía realizada por Lauber y Keller (2014) concluyeron que tanto el KR como el KP favorecen el desempeño motor. Por su parte, Sharma et al. (2016) coinciden en que ambos tipos de feedback (KR y KP) son efectivos para mejorar el desempeño de una destreza motora (lanzamiento, medido en distancia) en población adulta joven, pero el grupo que recibió KP mejoró más que el grupo KR en la fase de adquisición. A su vez, Lim et al. (2015) evidenciaron la efectividad del KP autorregulado en el aprendizaje de una secuencia de 18 movimientos en taekwondo, tanto en la fase de adquisición como en la de retención. Además, los resultados de otra investigación señalan que, bajo condiciones experimentales controladas, en la fase de retención, el aprendizaje de destrezas motrices es facilitado, si se proporciona KR posterior al desempeño de un intento categorizado como bueno (Ahmadi, Sabzi, Heirani, & Hasanvand, 2011). De manera similar, el grupo que recibió KP presentó un mejor resultado que el grupo de KR o el grupo que recibió ambos tipos de feedback (Ahulló et al., 2019).

En resumen, la evidencia se ha enfocado en el uso de FA e indica que es un factor distinguido que fortalece, efectivamente, el desempeño y aprendizaje de destrezas motrices, ya que facilita el procesamiento de la información (Lauber & Keller, 2014; Sigrist et al., 2013; Wulf et al., 2010). No obstante, considerando la cantidad de estudios en el área, hay poca información que sintetiza cuál es la modalidad (i.e., KR o KP) más efectiva (Sigrist et al., 2013) y se ha investigado poco sobre el uso del feedback intrínseco. En las revisiones bibliográficas se ha resumido la evidencia en relación con el uso y los efectos del feedback (Lauber & Keller, 2014; Sigrist et al., 2013), incluso en el uso de la tecnología (Phillips et al., 2013). Sin embargo, no se han realizado metaanálisis con un enfoque global del tema, ni en el área de KP o KR. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad del feedback intrínseco y aumentado en la adquisición y retención destrezas motrices, utilizando la técnica meta-analítica y analizar posibles variables moderadoras: edad, habilidad de las personas participantes, clasificación de la destrezas, cantidad total de intentos y el tipo de FA (KP y KR).

METODOLOGÍA

El presente meta-análisis se realizó siguiendo los lineamientos generales para el reporte de revisiones sistemáticas y meta-análisis PRISMA (por sus siglas en inglés) (Liberati et al., 2009).

Revisión bibliográfica

La búsqueda de los estudios se realizó en las siguientes bases de datos: Academic Search Premier, Education Research Complete, ERIC, Fuente Académica, Sport Discus en EBSCO Host y Scopus; para ello se utilizó la siguiente frase: ("extrinsic feedback" OR "intrinsic feedback" OR "feedback" OR "augmented feedback" OR "knowledge results" OR "knowledge performance" OR "sensorimotor feedback" OR "proprioceptive feedback") AND ("skill acquisition" OR "motor learning" OR "motor skills" OR "motor performance") NOT (animal OR automobile). También, se revisó las listas de referencias de los estudios incluidos. Se consideraron estudios publicados hasta marzo de 2019.

Selección de estudios y criterios de elegibilidad

Se seleccionaron los estudios que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: estudios con diseño experimental, donde se realice una intervención de práctica física con algún tipo de feedback (aumentado o intrínseco) y se evalúe el desempeño de al menos una destreza motriz, en personas saludables de todas las edades; publicados en revistas de revisión por pares en idioma inglés o español. No se excluyeron estudios por su año de publicación, ya que el interés del presente análisis es resumir toda la información disponible en el área. Estos criterios fueron establecidos a priori. El procedimiento fue realizado por las autoras de esta publicación.

Codificación de la información

De cada artículo que cumplió con los criterios de inclusión se extrajo la siguiente información: características del estudio (año de publicación, criterios de calidad); características de participantes (sexo, edad, nivel de habilidad); características de la práctica (cantidad total de intentos), características de la destreza (discreta, continua o en serie), feedback (intrínseco o extrínseco) y contenido del FA (KP/KR). Cuando el estudio lo permitió, se codificó la información para diferentes subgrupos. Los datos se codificaron en una base de datos desarrollada previamente en una hoja de cálculo en Microsoft Excel. En caso necesario, los desacuerdos encontrados fueron resueltos en consenso entre las tres investigadoras.

Calidad de los estudios incluidos

La calidad de los estudios incluidos se evaluó por medio de una adaptación de la escala TESTEX (Smart et al., 2014). De 15 ítems de la escala se seleccionaron 10, debido a la estructura de los estudios en el área (ver Tabla 1). Se evaluó con un punto (1), si cumplió con el criterio, y cero puntos (0), si no lo cumplió; el puntaje máximo a obtener fue de 10 puntos; a mayor puntaje mayor calidad. Se examinó la relación de la calidad del estudio y el tamaño del efecto (TE) para determinar, si el estudio se mantiene o elimina por baja calidad.

TABLA 1.
Criterios utilizados para evaluar la calidad de los estudios incluidos

Criterio
• Criterios de elegibilidad claros y se cumplen
• Se describe el proceso de aleatorización a los grupos
• Grupos sin diferencia estadística en el pretest
• Más del 85 % de pacientes (en los grupos) completaron el estudio
• Se reportan eventos adversos para cada grupo
• Se reporta la asistencia (%) a las sesiones completadas por los sujetos que terminaron
• Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal
• Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) dependiente(s) secundaria(s)
• Se reportan los resultados de variabilidad de la(s) variable(s) dependiente(s)
• Se reportan los niveles de actividad física del grupo control

Nota: 10 de los 15 criterios de la escala TESTEX (Smart et al., 2014) que se emplearon en este estudio.

Procedimiento para el cálculo del tamaño de efecto

El resultado primario de la presente investigación fue el desempeño motor, por tanto, el TE se calculó como la diferencia entre medias (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009), se obtuvo el cambio en el desempeño según el tipo de feedback recibido durante la práctica, tanto para la prueba de adquisición como para la de retención. Además, se calculó el cambio entre pretest y retención. Los análisis para obtener el TE global se realizaron utilizando el programa OpenMEE, con el modelo de efectos aleatorios (DerSimonian-Laird). Los intervalos de confianza se establecieron al 95 %.

Análisis de heterogeneidad y sesgo

Se evaluó la heterogeneidad de los estudios incluidos por medio de la prueba de Q de Cochran ($p < 0.05$). La inconsistencia fue evaluada por medio de la prueba estadística I^2 (Borenstein et al., 2009; Borenstein, Higgins, Hedges, & Rothstein, 2017; Higgins, Thompson, Deeks, & Altman, 2003). Para evaluar el sesgo se analizó la simetría de los resultados por medio del gráfico de embudo y la prueba de Egger (Sedgwick & Marston, 2015).

Variables moderadoras

Cuando el estudio lo permitió, se codificó información para diferentes subgrupos para así identificar la influencia de posibles variables moderadoras. Se realizaron análisis exploratorios por medio de la técnica de meta-regresión (para las variables continuas) y análisis de subgrupos (para las variables categóricas) con el programa OpenMEE. El nivel de significancia establecido fue de 0.05.

RESULTADOS

Estudios incluidos

En el presente metaanálisis se incluyeron 20 estudios publicados entre 1992 y 2019, los cuales representan 949 participantes con edades entre los 8 y los 82 años de edad. Se codificaron un total de 97 tamaños de efecto: 1 TE de grupo control, 1 TE de feedback intrínseco y 95 TE de FA, de los cuales 47 son de la fase de adquisición y 48 de la fase de retención. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios incluidos. En la Tabla 2 (A y B) se presenta la información general de los estudios incluidos (p.e. características de participantes, tamaño de la muestra, tipo de feedback, y el resultado principal).

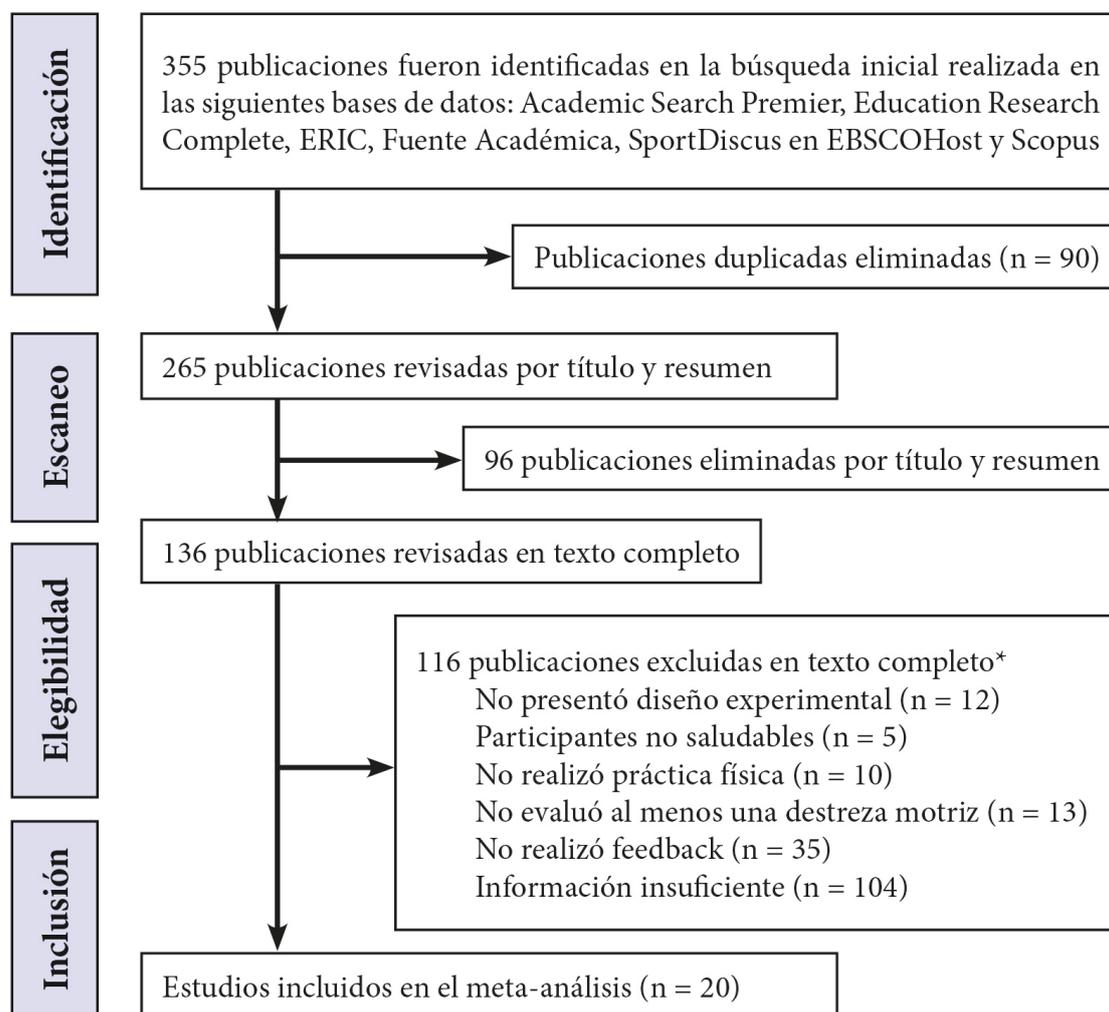


FIGURA 1.
Diagrama de flujo para la selección de estudios incluidos
Nota: Elaboración propia basada en lineamiento PRISMA.

TABLA 2A.
 Características de los estudios incluidos en el meta-análisis

Referencia	Descripción de la muestra	Descripción de la destreza	Tipo de <i>feedback</i>	Cantidad total de intentos	Adquisición	Retención
Ahmadi et al., 2011	Sexo: hombres y mujeres Habilidad: novatos Edad: 22.3 n = 48	Producción de fuerza	A: FA, KR, enfocado en aciertos B: FA, KR, enfocado en errores C: FA, KR, enfocado en errores y aciertos D: FA, KR, auto-regulado	1 sesión 12 bloques x 6 intentos FA se brindó cada 2 intentos, en cada bloque	Todos los grupos mejoraron el desempeño. No se encontró diferencia entre grupos A=B=C=D	El grupo A presentó mejor desempeño que los otros tres grupos A>B,C,D
Burtner et al., 2014	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: novata Edad: 10.8 n = 20 (desarrollo típico) No se incluyeron participantes con desarrollo atípico	Discreta de precisión, movimiento de brazo	A: FA, KR, Regulado al 100% B: FA, KR, regulado al 62%	1 sesión 20 bloques x 10 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño No se encontró diferencia entre grupos A=B	El grupo A presentaron mejor desempeño en comparación con grupo B A>B
Cohen et al., 2012	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: novata Edad: 8.7 n = 97	Lanzar por encima del hombro, se evaluó por medio de 4 componentes (paso, húmero, antebrazo y tronco).	A: FA, KR, alineado al desarrollo B: FA, KR, general	Siete días, 12 minutos	A > B en los componentes de paso y húmero	A > B en los componentes de paso y húmero
Cuppone et al., 2016	Sexo: Hombres Habilidad: Novata Edad: 27.5 n = 28	Discreta de precisión, movimiento de brazos	A: Control Puro B: FA, KR, propioceptivo C: FA, KR, propioceptivo y vibración	3 días, 1 hora cada sesión.	El grupo C, mejoró el desempeño, y presentó mejor desempeño que los otros dos grupos. A=B < C	No fue evaluado
Goodwin et al., 2018	Sexo: Hombres y Mujeres Habilidad: Novata Edad: 82.67 n = 21	Destreza continua de balance	A: FA-visual, KR, Regulado al 100% C&T B: FA-visual, KR, Regulado al 50% C & 100% T C: FA-visual, KR, regulado 0% C & 100%T	1 sesión 20 intentos de 20 segundos cada uno	No se encontró diferencia entre grupos A=B=C	Grupo B y C presentaron mejor desempeño que el grupo A B=C > A
Hansen et al., 2011	Sexo: Hombres y Mujeres Habilidad: Novata Edad: 21.8 n = 24	En serie, secuencia en un teclado (6 teclas)	A: FA, KR, autorregulado B: FA, KR, YG tradicional C: FA, KR, YG autorregulado (no se utilizó en este estudio)	1 sesión, 4 bloques x 20 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño El grupo C presentó menos errores que los otros dos A=B > C	El grupo C presentó menos errores que los otros dos A=B > C
Hoff et al., 2015	Sexo: Hombres y mujeres novatos Edad: 66.17 n = 13 (grupo que cumplió con los criterios)	Compleja continua, rotar bolas en la mano	A: FA-visual con espejo, placebo de estimulación transcranial. B: FA-visual con espejo, y estimulación transcranial (no se utilizó en este estudio) C: control, estimulación transcranial (no se utilizó en este estudio)	dos sesiones, 10 intentos de 1 minuto cada uno, 1 minuto de descanso	El grupo A y B mejoraron el desempeño	No hubo diferencia entre la adquisición y retención.
Kim et al., 2019	Sexo: hombres y mujeres Habilidad: Edad: 17 n = 42	En serie, secuencia en un teclado	A: autorregulado B: YG	4 bloques x 50 intentos	Los grupos mejoraron el desempeño, no se encontró diferencias entre los grupos.	No hubo diferencias entre los grupos
Kernodle et al., 1992	Sexo: No lo menciona Habilidad: Novata Edad: 15-40 n = 48	Lanzar por encima del hombro	A: FA-video, KR B: FA-video, KP C: FA-video, KP, pistas para el foco de atención D: FA-video, KP, pistas para mejorar	12 sesiones, 50 intentos por sesión	Todos los grupos mejoraron, el grupo C y D mejoraron más en el desempeño en la distancia del lanzamiento que A y B	No se evaluó
Krause et al., 2014	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Experta y Novata Edad: 26.3 n = 60	Discreta de precisión (compleja)	A: FA, KR de distancia y ángulo organizada en serie B: FA, KR de distancia y ángulo organizada en bloque /en serie C: FA, KR de distancia y ángulo organizada en bloque	2 sesiones 60 intentos cada sesión	Todos los grupos mejoraron el desempeño. El grupo en bloque/ en serie y en bloque presentaron una mayor mejoría en distancia A, B > C	No se encontró diferencias entre los grupos A = B = C
Leving et al., 2015	Sexo: Hombres Habilidad: Novata Edad: 22.9 n = 32	Destreza en serie (silla de ruedas)	A: FA-visual B: FI (práctica sin FA)	7 sesiones de 8 minutos	Ambos grupos mejoraron A = B	No se evaluó

Nota: FA: feedback aumentado (o extrínseco), FI: feedback intrínseco, KR: conocimiento de resultados, C: Feedback concurrente, T: Feedback terminal, YG = grupo de comparación, por sus siglas en inglés "yoked group". Elaboración propia.

TABLA 2B.
 Continuación

Referencia	Descripción de la muestra	Descripción de la destreza	Tipo de <i>feedback</i>	Cantidad total de intentos	Adquisición	Retención
Lim et al., 2015	Sexo: Mujeres Novatas Edad: 27.2 n = 24	Secuencia de taekwondo (compleja)	A: FA-visual, autorregulado B: FA-visual, YG	4 bloque x 16 intentos	El grupo A presentó mejor desempeño que el grupo B A>B	El grupo A presentó mejor desempeño que el grupo B A>B
Núñez & Gonzalez, 2010	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Novata Edad: 19.2 n = 180	Simple, discreta de precisión	A: FA, KR, errores y aciertos B: FA, KR, dirección del error C: FA, KR, dirección y distancia del error	4 bloques x 6 intentos	El grupo B mejoró el desempeño.	El grupo C mejoró el desempeño entre la adquisición y la retención
Park, Shea, & Wright, 2000 Exp 1	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Novata Edad: estudiantado universitario n = 48	Producción de fuerza	A: FA, KR, regulado al 100% C&T B: FA, KR, regulado al 50% C & 100% T C: FA, KR, regulado 100%T D: FA, KR, regulado 100%C	10 bloques x 10 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño. El grupo A y C presentaron mejor desempeño que el B y D A = D > B = C	El grupo B y C presentaron mejor desempeño que el A y D B = C > A = D
Park, Shea, & Wright, 2000 Exp 2	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Novata Edad: estudiantado universitario n = 36	Producción de fuerza	A: FA, KR, regulado al 50% C&T (en el mismo intento) B: FA, KR, regulado al 50% C&T (en diferente intento) C: FA, KR, regulado 100%C&T D: FA, KR, regulado 100%T	10 bloques x 10 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño. El grupo C presentó mejor desempeño que el A y B, y el grupo D presentó el peor desempeño C > A = B > D	El grupo B y D presentaron mejor desempeño que el C, y el grupo A presentó el peor desempeño B = D > C > A
Ranganathan & Newell, 2009, Exp 1	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Edad: adultez: 27, n = 24	Producción de fuerza (discreta)	A: FA, concurrente B: FA, concurrente con información de la prueba C: FA, KR, regulado al 100% D: FA, KR, regulado al 50%	8 bloques x 60 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño. A = B = C = D	No se evaluó
Ranganathan & Newell, 2009, Exp 2	Sexo: Hombres y Mujeres Habilidad: Edad: adultos: 28, n = 28	Producción de fuerza (discreta)	A: FA, concurrente B: FA, KR, regulado al 100%	8 bloques x 60 intentos	Todos los grupos mejoraron el desempeño A = B	No se evaluó
Reissig et al., 2015	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Edad: 27 n = 80	Compleja continua, rotar bolas en la mano	A: FA- visual activo B: FA-visión pasivo C: FA-visual con espejo	1 sesión de 30 minutos	Todos los grupos mejoraron el desempeño, y presentaron desempeño similar en la adquisición A=B=C	No se evaluó
Sharma et al., 2016	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Edad: 22 n = 30	Lanzar una bola	A: KR B: KP	6 días x 4 semanas, 40 intentos cada día	Los dos grupos mejoraron. Grupo B presentó mayor mejoría. B > A	No se evaluó
Sullivan et al., 2008	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: No indica Edad: 10.7 años niñez, 25.6 años adultez. n = 20 niños y niñas, 20 personas adultos	Discreta de precisión, movimiento de brazos	A: FA, regulado al 100% B: FA, regulado al 62%	1 sesión, 4 bloques x 50 intentos (200 intentos en total)	Todos los participantes mejoraron el desempeño. Los grupos adultos presentaron mejor desempeño que los grupos infantiles.	Las personas adultas con 62% presentaron mayor consistencia que los del 100%. Los niños y niñas con 100% presentaron mayor desempeño que los del 62%.
Tsai & Jwo, 2015	Sexo: Hombres y mujeres Habilidad: Edad: 25.1 n = 36	Fuerza de brazo	A: autorregulado B: YG C: autorregulado con limitación	6 bloques x 10 intentos (60 en total)	Los grupos B y C presentaron mejor desempeño. B = C > A	El grupo C presentó mejor desempeño en comparación con los otros dos. C = A > B
Zabala et al., 2009	Sexo: Hombres Habilidad: experta Edad: 19.3 n = 6	Salida en BMX	A: FA, KR, KP, visual-auditivo después de intentos buenos	2 sesiones, 20 intentos en cada sesión	El grupo mejoró el desempeño.	No hubo cambio entre la prueba de adquisición y la de retención

Calidad de los estudios incluidos

El puntaje promedio ($M \pm DE$) de la calidad de los estudios con la aplicación de la escala TESTEX modificada fue de 6.31 ± 1.19 . Además, no se encontró relación entre la calidad del estudio y el TE ($B = 0.11, p = 0.52$). Por lo tanto, ningún estudio se excluyó por baja calidad.

Análisis de sesgo

Se percibe un comportamiento asimétrico en los gráficos de embudo (Figura 2), lo que indica la presencia de sesgo; lo cual fue confirmado por medio de la regresión de Egger, tanto para la fase de adquisición, como para la de retención. El sesgo encontrado pudo deberse a: trabajos no publicados, la falta de acceso a estudios publicados en diferentes idiomas, entre otras razones (Sedgwick & Marston, 2015).

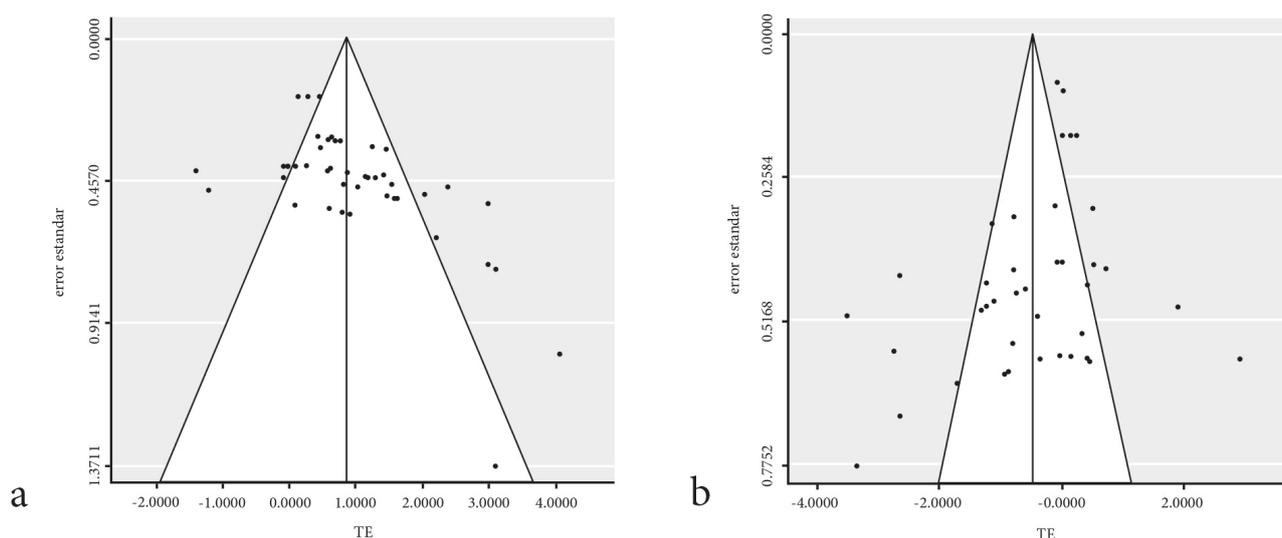


FIGURA 2.
Gráficos de embudo para a) la fase de adquisición ($t = 4.17$; $df = 46$; $p < 0.01$; $B = -0.43$) y b) retención ($t = -2.31$; $df = 47$; $p = 0.02$; $B = 0.17$)

Tamaño de efecto global y análisis de heterogeneidad

En total se calcularon tres tamaños de efecto global para FA, el primero en la fase de adquisición (Figura 3), el segundo para la medición de retención, y el tercero para el cambio entre pretest y retención. En general, el TE global indica que al realizar práctica física con algún tipo de *feedback* extrínseco se mejora el desempeño entre la medición pretest y de adquisición ($TE = 0.87$; $IC_{95\%} = 0.65, 1.10$, $n = 47$, $I^2 = 74.41\%$, $Q = 183.6$, $p < 0.01$) y en la fase de retención el desempeño disminuyó significativamente ($TE = -1.00$; $IC_{95\%} = -1.34, -0.65$, $n = 48$, $I^2 = 91.06\%$, $Q = 537.32$, $p < 0.01$). No obstante, se encontró la presencia de 3 TE identificados como datos extremos u “outliers” (más de 4 DE) en la fase de retención, por lo que se estimó el TE sin estos valores (Figura 4). De igual manera, se encontró una disminución del desempeño en la fase de retención ($TE = -0.74$; $IC_{95\%} = -1.04, -0.44$, $n = 45$, $I^2 = 88.34\%$, $Q = 377.45$, $p < 0.01$). No se pudo calcular el TE global para *feedback* intrínseco, ni para grupo control, ya que solo se pudo codificar un TE individual para grupo control (Cuppone, Squeri, Semprini, Masia, & Konczak, 2016) y uno para *feedback* intrínseco (Leving et al., 2015).

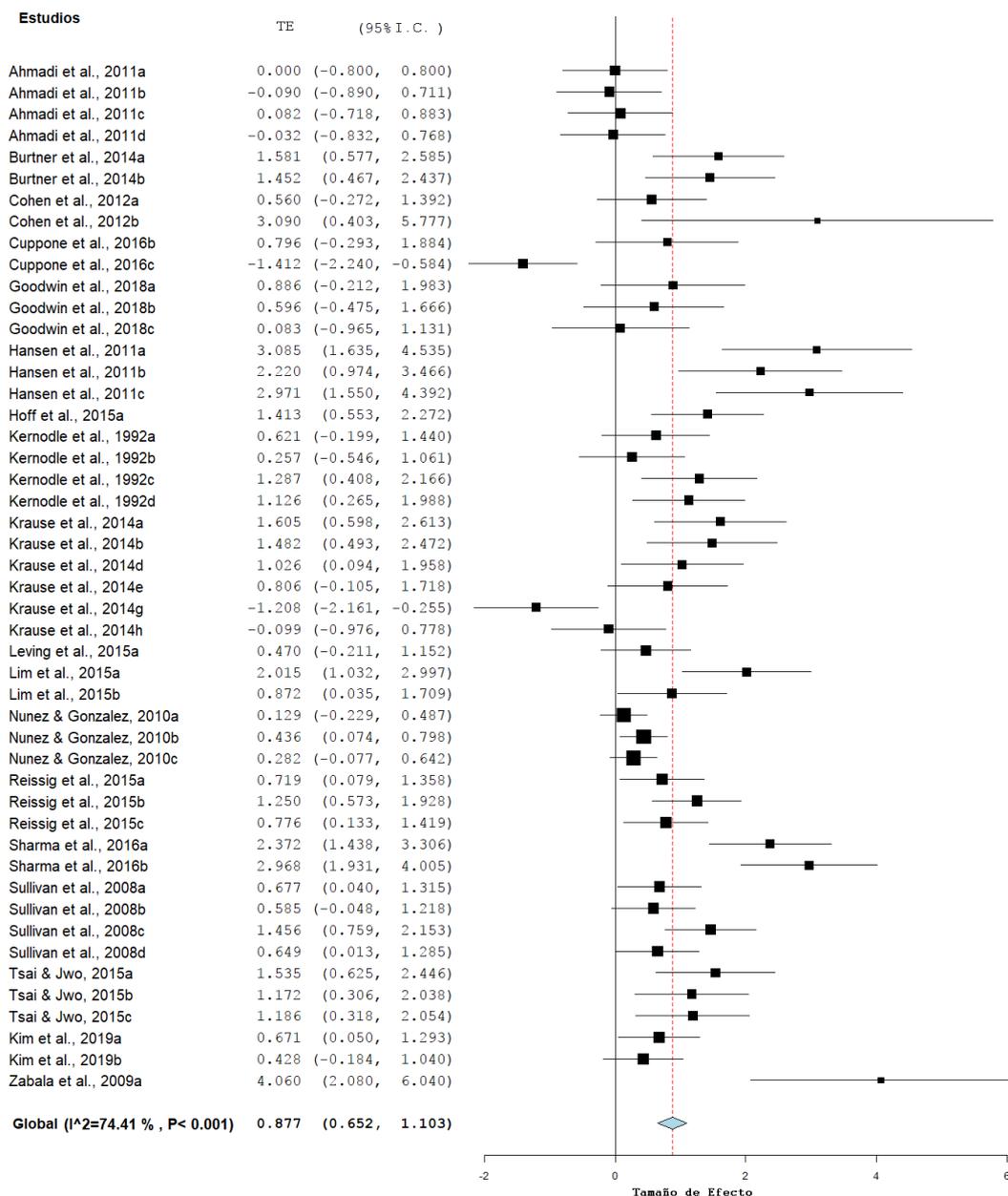


FIGURA 3.
 Forest plot del efecto del feedback aumentado en la fase de adquisición

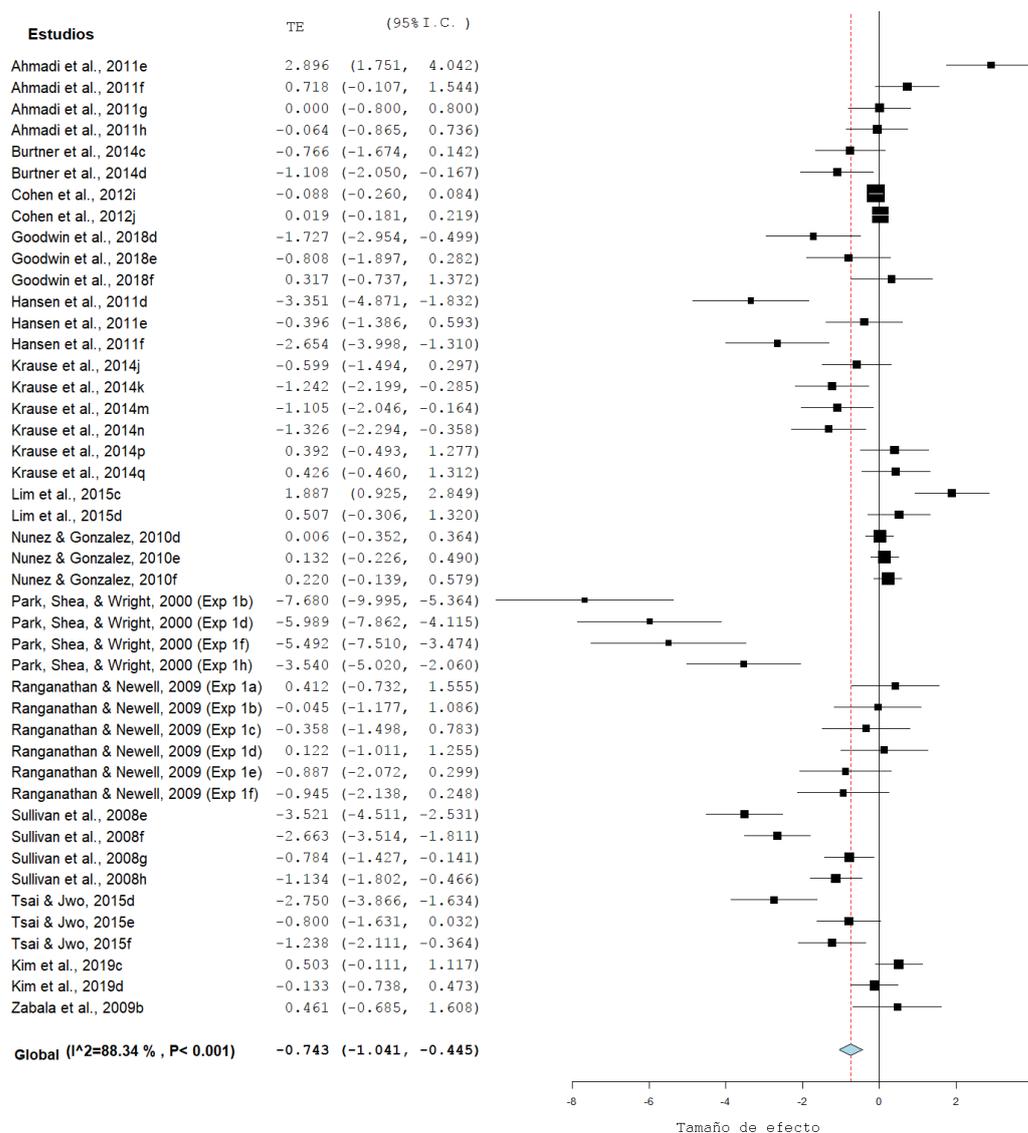


FIGURA 4.
 Forest plot del efecto del feedback aumentado en la fase de retención

Adicional a lo anterior, se obtuvo un TE global entre la medición pretest y retención, el cual indica el cambio en el desempeño luego de realizar práctica física con FA y un periodo sin práctica. Se encontró una mejora significativa del desempeño ($TE = 0.607$; $IC_{95\%} = 0.357, 0.856$, $n = 32$, $I^2 = 73.52\%$, $Q = 117.07$, $p < 0.01$, Figura 5).

Los estudios que presentan más de un TE individual se debe a la presencia de varios grupos en el estudio, por ejemplo, feedback brindado en diferentes frecuencias (Burtner et al., 2014; Sullivan, Kantak, & Burtner, 2008), muestras de personas expertas o novatas (Krause et al., 2014), KP o KR (Sharma et al., 2016).

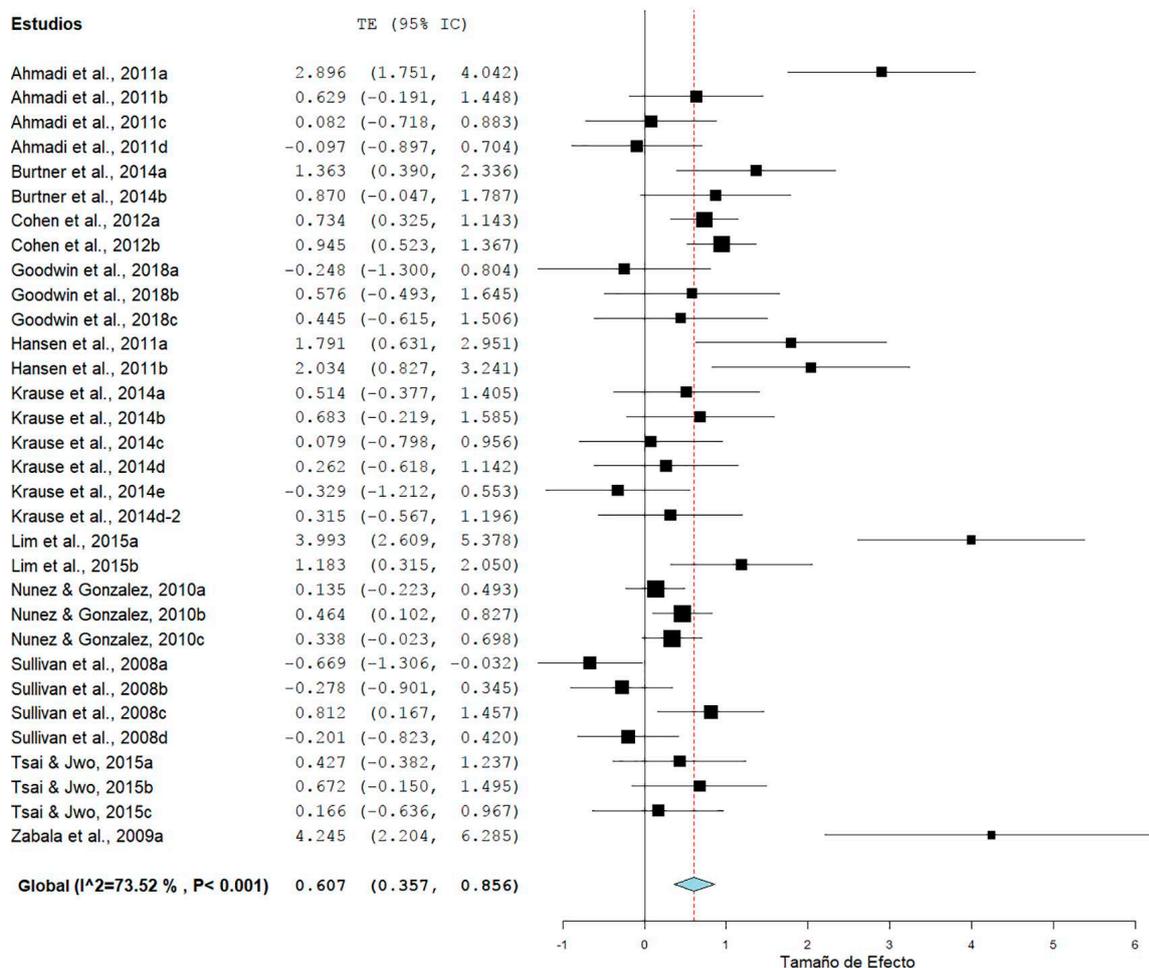


FIGURA 5.
 Forest plot del desempeño entre la medición inicial y la prueba de retención

Análisis de variables moderadoras

Las variables moderadoras analizadas incluyeron edad y habilidad (novatos, expertos) de los sujetos participantes, característica de la destreza (discreta, continua, en serie), cantidad total de intentos realizados durante la práctica y el tipo de *feedback*: contenido de la información (KR, KP). El análisis del sexo no se pudo efectuar, ya que pocos estudios presentaron la información separada por hombres y mujeres.

Las variables de edad y cantidad total de intentos (Tabla 3) se analizaron por medio de meta-regresiones, por ser variables de medición continua. Mientras que las demás variables se analizaron por medio de comparaciones de subgrupos, por ser variables de tipo categórico.

Edad de participantes. La edad no predice de manera significativa el cambio en el desempeño en la fase de adquisición, ni en la retención. La totalidad de participantes recibió el beneficio del *feedback* en la fase de adquisición e, indistintamente de la edad, presentaron una disminución del desempeño en la fase de retención.

Habilidad de participantes. En la fase de adquisición las personas novatas en la destreza mejoraron significativamente el desempeño ($TE = 0.75, IC_{95\%} = 0.49, 1.01, n = 35$), sin embargo, la disminución del desempeño en la fase de retención es similar a lo mejorado ($TE = -0.66, IC_{95\%} = -1.01, -0.32, n = 31$). Mientras que, para las personas expertas, la mejora en la adquisición ($TE = 1.31, IC_{95\%} = 0.05, 2.57, n = 4$) es mayor a la disminución presentada en la retención ($TE = -0.43, IC_{95\%} = -1.41, 0.55, n = 4$, Figura 6). Sin embargo, el análisis del grupo experto presenta pocos datos, por lo que, la interpretación de los resultados debe tomarse con cautela.

Clasificación de la destreza. Al clasificar la destreza en discreta, continua o en serie, los tres tipos presentan una mejora significativa en la fase de adquisición ($TE = 0.78, IC_{95\%} = 0.5, 1.06, n = 33$; $TE = 0.87, IC_{95\%} = 0.57, 1.17, n = 8$; $TE = 1.4, IC_{95\%} = 0.75, 2.05, n = 7$, respectivamente). Sin embargo, en la prueba de retención se encontró una disminución significativa en el desempeño de las destrezas discretas ($TE = -0.48, IC_{95\%} = -0.76, -0.20, n = 31$), no así en las continuas ($TE = -0.70, IC_{95\%} = -1.85, 0.44, n = 3$), ni en las en serie ($TE = -0.39, IC_{95\%} = -1.38, 0.60, n = 7$). No obstante, en los estudios analizados se presenta mucha variabilidad en las destrezas continuas y en serie, además, de pocos datos.

Cantidad total de intentos. La cantidad total de intentos predice significativamente el cambio en el desempeño en la fase de adquisición, no así en la fase de retención. Cuantos más intentos durante la práctica se realicen, la mejora en el desempeño, durante la adquisición, es mayor; siempre que se reciba algún tipo de feedback extrínseco en la práctica (Figura 7).

Tipo de feedback KR-KP. En la adquisición (Figura 8) brindar *feedback* con información de KR ($TE = 0.73, IC_{95\%} = 0.43, 1.03, n = 29$), KP ($TE = 1.70, IC_{95\%} = 0.71, 2.70, n = 5$) y utilizar ambos tipos ($TE = 1.15, IC_{95\%} = 0.36, 1.95, n = 5$) favorece el desempeño significativamente. En la fase de retención (Figura 9) se disminuye significativamente el desempeño al recibir KR ($TE = -0.90, IC_{95\%} = -1.31, -0.49, n = 33$), pero el desempeño no cambia al recibir KP ($TE = 0.28, IC_{95\%} = -0.12, 0.70, n = 4$). Solo se codificó un TE individual para ambos tipos de *feedback*, por lo que, no es representativo.

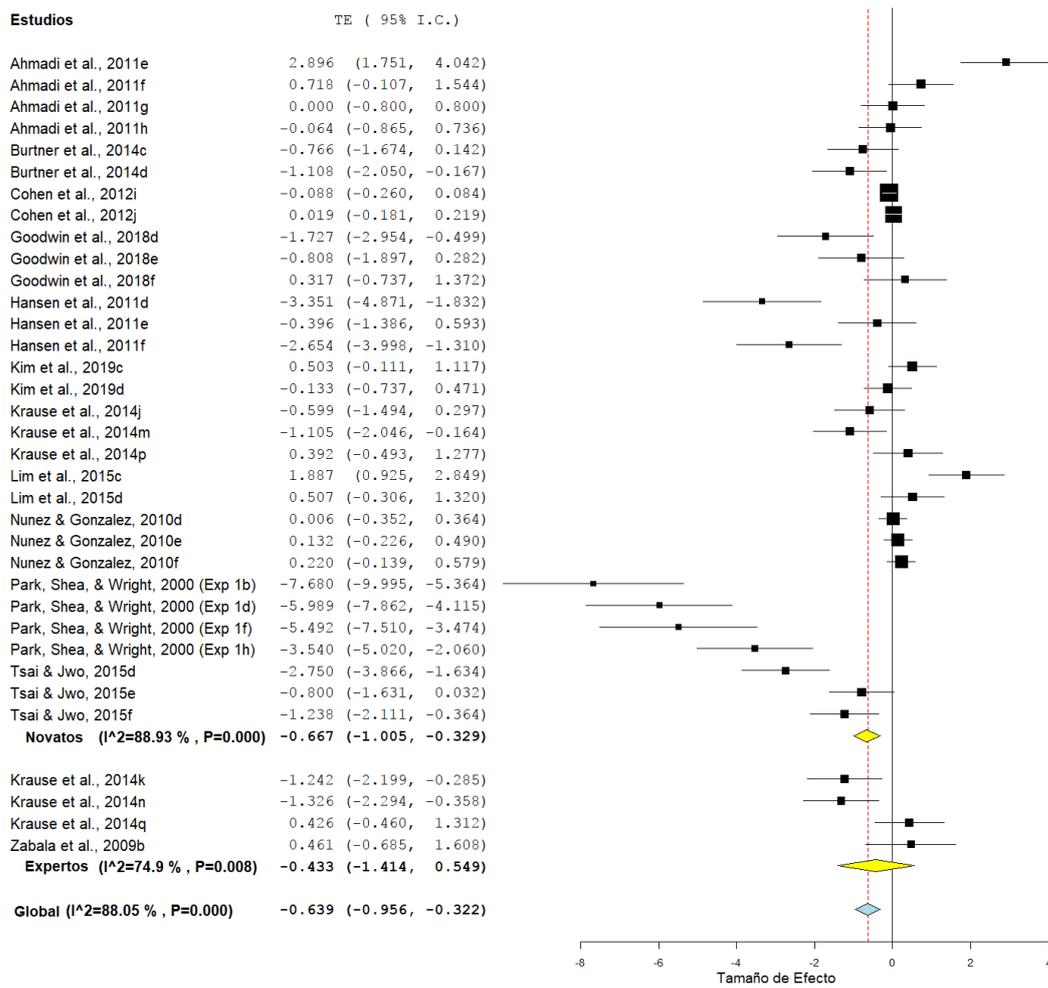


FIGURA 6.
Forest plot en la fase de retención según la habilidad de los participantes

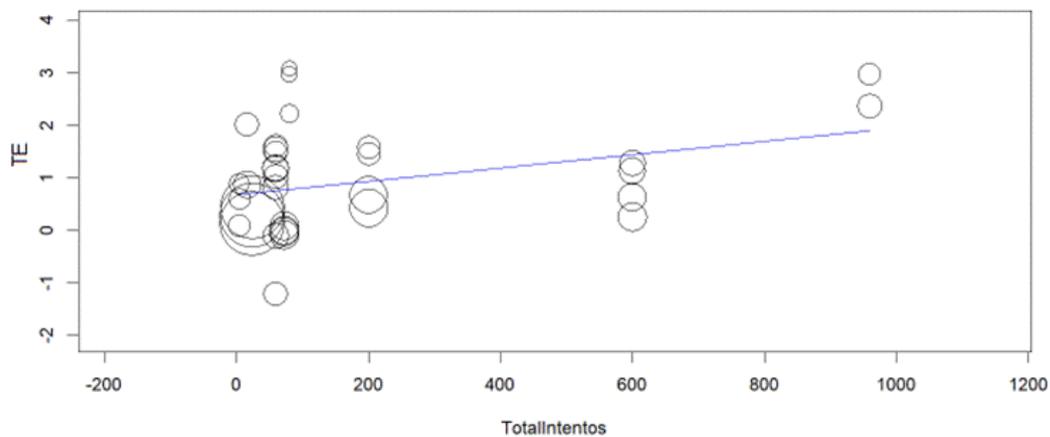


FIGURA 7.
 Meta-regresión de la cantidad de intento en la fase de adquisición

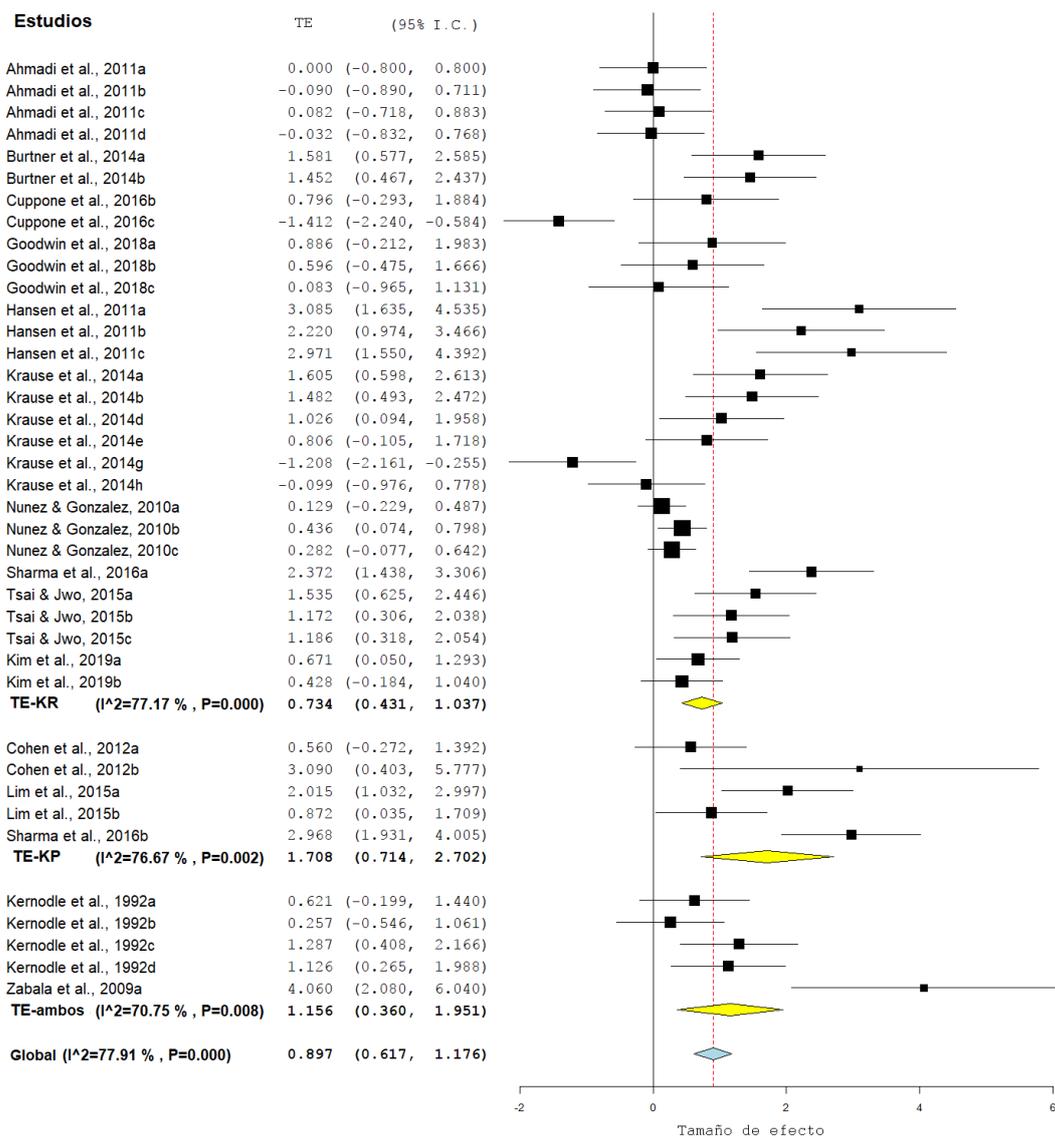


FIGURA 8.
 Forest plot en la fase de adquisición según el tipo de *feedback*

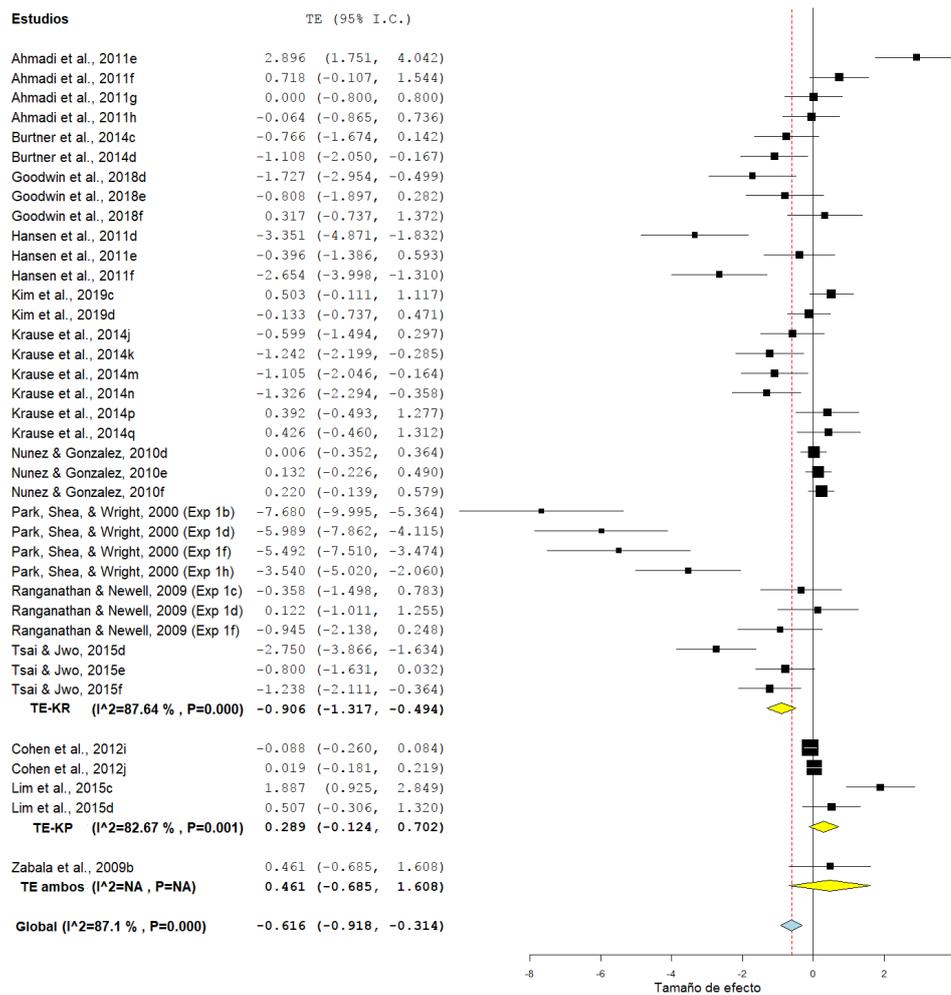


FIGURA 9.
 Forest plot en la fase de retención según el tipo de *feedback*

En general, se encontró que el FA presenta un efecto positivo y significativo, lo que indica que el desempeño motor de las destrezas mejora en la fase de adquisición; sin embargo, en la fase de retención se presenta un efecto negativo y significativo, lo que implica que el desempeño motor disminuye de forma significativa.

TABLA 3.
 Variables moderadoras de edad y cantidad total de intentos

Modelos	Fase de adquisición			Fase de retención		
	β	95% CI	<i>p</i>	β	95% CI	<i>p</i>
Edad			0.49			0.68
Intercepto	1.07	(0.54, 1.59)	0.01	-0.37	(-1.05, 0.32)	0.29
Edad promedio	-0.006	(-0.02, 0.01)	0.49	-0.005	(-0.03, 0.02)	0.68
Cantidad total			0.01			0.63
Intercepto	0.65	(0.34, 0.96)	<0.01	-1.23	(-2.06, -0.41)	0.003
Total de intentos	0.001	(0.01, 0.02)	0.014	0.01	(-0.01, 0.01)	0.63

El beneficio del FA en la fase de adquisición se obtiene en todas las edades analizadas, en hombres y mujeres (analizada por grupos mixtos), en personas novatas y expertas, al practicar destrezas discretas, en serie o continuas, y al recibir KP o KR; no obstante, utilizar KP presenta un mayor efecto. Lo esperado es que el desempeño disminuya en la fase de retención en todos los casos, excepto en las personas expertas y al recibir KP durante la práctica, además, se presenta una tendencia a mantener el desempeño en destrezas continuas y en serie, sin embargo, los resultados están fundamentados con base en pocos datos.

DISCUSIÓN

El propósito de este metaanálisis fue determinar la efectividad del FA en las fases de adquisición y retención de destrezas motrices e identificar las posibles variables que moderan tal efecto. Los resultados obtenidos indican que realizar práctica física con presencia de FA mejora el desempeño en la fase de adquisición; no obstante, no sucede lo mismo en la fase de retención en donde se presentó una disminución en el desempeño de manera general. Cabe señalar que, desde la medición inicial a la retención en el presente estudio, se encontró un efecto moderado positivo y significativo en el desempeño, lo que permite inferir que las personas participantes sí mejoraron el desempeño lo cual promueve el aprendizaje de la destreza.

Es importante señalar que la magnitud del *TE* global obtenido para la fase de adquisición fue alta y positiva, lo que confirma que realizar práctica física con FA mejora el desempeño en el aprendizaje de destrezas motrices. Esto es apoyado por estudios previos (Kim et al., 2019; Liu, Fu, Chen, & Sheu, 2014; Tsai & Jwo, 2015). En un estudio realizado con individuos jóvenes se encontró que brindar FA en el aprendizaje de una tarea de presionar teclas favoreció una mejora en el desempeño en esta fase con respecto a quienes no lo recibieron (Kim et al., 2019). De forma similar, Tsai y Jwo (2015) demostraron que brindar FA en una tarea de agarre de fuerza manual favoreció el desempeño en la fase de adquisición. Ambos estudios concluyeron que el FA es efectivo para mejorar el desempeño en el aprendizaje de una destreza motriz, lo que concuerda con los resultados encontrados en este estudio.

Además, resultados de esta investigación indican que una vez que se cumple con un periodo sin práctica, el desempeño disminuye de la adquisición a la retención (la magnitud del *TE* para la fase de retención fue alta y negativa), esto es congruente con lo encontrado en estudios anteriores en donde se señala que, al remover el FA en la prueba de retención, se genera un efecto negativo en el desempeño de una destreza motriz (Goodwin & Goggin, 2018; Park, Shea, & Wright, 2000; Ranganathan & Newell, 2009). Diferentes estudios en los que se aplicaron diferentes tipos de FA en el aprendizaje de una tarea de producción de fuerza con los dedos (Ranganathan & Newell, 2009) y en destrezas de coordinación activa (Goodwin & Goggin, 2018) concluyeron que el desempeño disminuyó al aplicar la prueba de retención, con lo que se respaldan los hallazgos en este metaanálisis.

Asimismo, se analizaron la edad, el nivel de habilidad de las personas participantes, la clasificación de la destreza, la cantidad total de intentos y el tipo de *feedback* aumentado (KR/KP) como posibles variables moderadoras.

Los resultados del análisis del efecto de la edad en el cambio en el desempeño sugieren que cuando se realiza práctica física en presencia de FA, las personas participantes aumentan su desempeño en la fase de adquisición y lo disminuyen en la fase de retención, sin importar la edad, es decir, esta variable no predice el cambio en el desempeño: todas las personas mejoraron indistintamente de la edad. Esto concuerda con otros estudios que encontraron que tanto grupos infantiles (Burtner et al., 2014; Cohen, Goodway, & Lidor, 2012), adolescentes (Kernodle & Carlton, 1992), individuos adultos (Ahmadi et al., 2011; Cuppone et al., 2016; Hansen et al., 2011; Krause et al., 2014) y personas adultas mayores (Goodwin & Goggin, 2018; Hoff et al., 2015) mejoran el desempeño al recibir FA.

Al considerar el nivel de habilidad de las personas participantes, los resultados indican que sí fue un factor que influye en el beneficio recibido del FA. En la fase de adquisición, los individuos novatos y expertos

se benefician del FA; sin embargo, en la fase de retención, las personas novatas pierden el beneficio (al disminuir el desempeño), a diferencia de las expertas, quienes mantuvieron el desempeño en la prueba de retención. Esto concuerda parcialmente con lo reportado por Krause et al. (2014), quienes, en un estudio realizado, encontraron que sin importar el nivel de los sujetos participantes (novatos/expertos) se mejora el desempeño en la fase de adquisición, en una prueba de golf. De igual forma, en un estudio realizado con sujetos participantes expertos se encontraron resultados positivos en el desempeño de una destreza en BMX (Zabala, Sánchez-Muñoz, & Mateo, 2009). Una posible explicación para estos resultados es que los sujetos novatos dependen más del FA, porque están en proceso de consolidar el programa motor de la destreza, por tanto, requieren ejecutar acciones más conscientes, contrario a las personas expertas, quienes realizan la acción de forma más automatizada (Magill & Anderson, 2013). Desde esta perspectiva, tendría sentido mantener el FA durante la práctica, mientras la persona automatiza el movimiento. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela, debido a la cantidad limitada de estudios analizados.

En cuanto al tipo de destreza, las personas participantes mejoraron el desempeño en la fase de adquisición sin distinción de su clasificación (en serie, discreta o continua), mientras que, en la fase de retención, solamente quienes practicaron una destreza discreta disminuyeron el desempeño. Estos resultados son congruentes con lo reportado por Lim et al. (2015), donde al practicar una destreza en serie (secuencia de movimientos de taekwondo) se encontró una mejora en la adquisición, la cual se mantuvo en la retención. Por otro lado, Burtner et al. (2014) encontraron que, al practicar un movimiento discreto con el brazo, se mejora el desempeño tanto en la adquisición como en la retención cuando se practicó en presencia de FA; estos resultados coinciden parcialmente con lo encontrado en este estudio, ya que en la fase de retención el desempeño disminuyó. Asimismo, son resultados contrarios a los encontrados en una investigación donde al practicar una destreza continua se reportaron mejoras en el desempeño en la fase de retención para participantes que recibieron algún tipo de FA, mientras que, en la fase de adquisición no hubo cambio significativo en el desempeño (Goodwin & Goggin, 2018).

Al analizar la cantidad de intentos realizados al aprender una destreza, se encontró que está relacionada con una mejora en el desempeño en la fase de adquisición, sin embargo, es importante indicar que la cantidad de FA brindado durante estos intentos no está contemplada en este análisis. Estudios en los cuales sus participantes realizan pocos intentos (p.e. 20, 80 intentos) presentaron mejoras en el desempeño cuando se practicó en presencia de FA (Goodwin & Goggin, 2018; Hansen et al., 2011) y de igual forma otras investigaciones reportan mejoras al realizar muchos intentos (p.e. 200 intentos) (Burtner et al., 2014; Sullivan et al., 2008). En la fase de retención, no hubo relación entre el desempeño y la cantidad de intentos realizados en la práctica, Los resultados sugieren que para mejorar el desempeño es mejor realizar más intentos acompañados de FA; sin embargo, esta cantidad no está relacionada con el aprendizaje, es decir, que más cantidad de intentos no implica un mayor desempeño de la destreza en la prueba de retención. Además, es necesario resaltar que el tipo de destreza es un factor relevante en el proceso de adquisición, ya que algunas destrezas requieren de más práctica que otras.

Por último, el tipo de FA aplicado en el aprendizaje de destrezas motrices mostró tanto para KP como KR un efecto significativo sobre el desempeño en la fase de adquisición, es decir, ambos favorecen el desempeño; el beneficio recibido por KP y KR es apoyado por varios estudios (Núñez Sánchez & Gálvez González, 2010; Sharma et al., 2016; Tsai & Jwo, 2015). Investigaciones previas han demostrado que tanto el feedback de KR como el KP son muy utilizados en el proceso de aprendizaje (Lauber & Keller, 2014). No obstante, los resultados del presente estudio indican que el beneficio del KP fue mayor, lo que es congruente con el estudio de Sharma et al. (2016), donde se concluyó que el KP y el KR favorecen un aumento en el desempeño. Empero, al recibir KP se mejora aún más que al recibir KR. Además, los resultados de esta investigación en la fase de retención indican que el desempeño para las personas que recibieron KR disminuyó y para las que recibieron KP no hubo cambio en el desempeño, es decir, la mejora en el desempeño perduró en el tiempo. Estos resultados son congruentes con estudios previos, donde se encontró que, al realizar práctica recibiendo

KP, el desempeño se mantiene en los intentos posteriores a diferencia del grupo que recibió KR en una destreza visomotriz (Hinder, Tresilian, Riek, & Carson, 2008). Es posible que el KP sea más efectivo en el momento de procesar la información para generar un programa motor o plan de acción de la destreza, ya que facilita un mapeo (o modelo) de esta, lo que no sucede con el KR (Hinder et al., 2008; Lauber & Keller, 2014).

Una posible explicación general de los resultados encontrados en este estudio es lo propuesto por la hipótesis guía, en donde se menciona que las personas tienden a apoyarse en la información aumentada recibida durante la práctica, lo cual favorece el desempeño en la adquisición. Pero, el exceso de esta información adicional puede generar una dependencia durante la adquisición, la cual disminuye el esfuerzo cognitivo al procesar información proveniente del *feedback* intrínseco, en el momento de realizar una destreza motriz, lo que provoca un efecto contraproducente en el aprendizaje, y presentar limitaciones en pruebas de retención (Goodwin & Goggin, 2018; Maslovat et al., 2004; Tsai & Jwo, 2015). Sin embargo, debido a la amplia gama de tipos de *feedback* aumentado y que este estudio se enfocó en el contenido de la información (KP y KR), es importante efectuar investigaciones futuras que contemplen estas otras clasificaciones y su efecto en el desempeño, tanto en la fase de adquisición como en la de retención.

FORTALEZAS Y LIMITACIONES

El presente metaanálisis resume los resultados de varios estudios individuales enfocados en el uso de FA (o extrínseco) recibido durante la práctica física, y su efecto en el desempeño y aprendizaje motor. De acuerdo con nuestro conocimiento, este es el primer metaanálisis enfocado en determinar el efecto del FA para evaluar el cambio en el desempeño en destrezas motrices a lo largo de las etapas de adquisición y retención, y no la comparación entre grupos, lo que no es una práctica común en los estudios incluidos en esta revisión.

Además, el análisis de variables moderadoras colaboró en la comprensión de cómo el *feedback* influye en el desempeño y aprendizaje motor; lo que ayuda al personal docente o entrenador a tomar decisiones en la programación de la práctica. Otra fortaleza de este estudio es la calidad de las investigaciones individuales que fueron incluidas en el análisis. En promedio, los estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad presentan calidad aceptable, ya que están por encima de la media del puntaje de la escala de calidad utilizada. No obstante, una limitación del estudio fue el tener que excluir una cantidad relevante de trabajos, pues no presentaban la información estadística necesaria. Lo anterior pudo haber afectado el análisis de sesgo, que indicó que no se pudo incluir en el estudio una cantidad representativa de estudios (Sedgwick & Marston, 2015). Cabe destacar que la ausencia de un grupo que no reciba FA no permitió determinar, si el FA es mejor o no que el *feedback* intrínseco, o que no recibir FA durante la práctica.

APLICACIONES Y RECOMENDACIONES EN EL APRENDIZAJE MOTOR Y LA INVESTIGACIÓN

El personal entrenador, profesorado o profesionales, que se encargan de programar práctica física, para favorecer el desempeño y aprendizaje de las destrezas motrices en estudiantes o deportistas, deben considerar el tipo de *feedback* aumentado utilizado durante sus prácticas. El FA, en general, beneficia el desempeño y aprendizaje motor. Aunque KP y KR favorecen el desempeño, se recomienda el uso de KP, por su efecto prolongado, en las pruebas de retención, en comparación con el KR. Además, según los resultados de este metaanálisis, es posible que el FA presente mayor beneficio en las personas expertas, ya que su desempeño se mantiene en las pruebas de retención, a diferencia de los sujetos novatos, quienes disminuyen su desempeño; por lo que se recomienda mantener uso del FA mientras se automatiza la destreza.

Tomando en cuenta la cantidad de características que presente el *feedback* (p.e. enfocar la información en los aciertos o en los errores, la frecuencia en la que se brinda, los sentidos involucrados, entre otros) existen áreas del *feedback* que presentan poca información y requieren ser más exploradas. Se recomienda a quienes

investigan incluir, en sus publicaciones, la estadística descriptiva necesaria para que su estudio pueda ser incluido en un metaanálisis, además se recomienda a las revistas solicitar esta información.

En conclusión, esta investigación indica que el uso de FA es relevante en el proceso de aprendizaje motor; no obstante, los resultados sugieren un mayor beneficio en el aprendizaje motor por parte del KP. Estudios futuros se deben enfocar en la variedad de características que presenta el *feedback*, con el objetivo de clarificar cuál tipo de *feedback* favorece el desempeño y aprendizaje motor y tomar en cuenta la edad, sexo, habilidad de participantes, cantidad de intentos, entre otros.

*Incluidos en el meta-análisis

REFERENCIAS

- Ahulló, A. M., Massó, X. G., Osa, C. G., Torres, I. E., & de Valencia, U. (2019). Influencia del tipo de feedback utilizado en el aprendizaje de una tarea motriz de equilibrio Influence of the type of feedback on balance motor tasks learning. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 36, 435-440.
- *Ahmadi, P., Sabzi, A. H., Heirani, A., & Hasanvand, B. (2011). The effect of feedback after good, poor, good-poor trials, and self-control conditions in an acquisition and learning of force production task. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 9(1), 35-43.
- Anderson, D., Magill, R. A., Sekiya, H., & Ryan, G. (2005). Support for an explanation of the guidance effect in motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 37(3), 231-238. Scopus. <https://doi.org/10.3200/JMBR.37.3.231-238>
- Bechtel, N. T., McGee, H. M., Huitema, B. E., & Dickinson, A. M. (2015). The Effects of the Temporal Placement of Feedback on Performance. *Psychological Record*, 65(3), 425-434. <https://doi.org/10.1007/s40732-015-0117-4>
- Beltrão, N. B., Henrique, R. S., Siqueira, A. K. M., Santos, J. N. C., Mello, A. M. S., & Cattuzzo, M. T. (2011). Precisão de conhecimento de resultados na aprendizagem motora em crianças e adultos. / The effect of level of knowledge accuracy of results on learning of motor skills in children and adults. *Motricidade*, 7(3), 69-77. [https://doi.org/10.6063/motricidade.7\(3\).104](https://doi.org/10.6063/motricidade.7(3).104)
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470743386>
- Borenstein, M., Higgins, J. P. T., Hedges, L. V., & Rothstein, H. R. (2017). Basics of meta-analysis: . . is not an absolute measure of heterogeneity: . . is not an absolute measure of heterogeneity. *Research Synthesis Methods*, 8(1), 5-18. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1230>
- *Burtner, P. A., Leinwand, R., Sullivan, K. J., Goh, H.-T., & Kantak, S. S. (2014). Motor learning in children with hemiplegic cerebral palsy: Feedback effects on skill acquisition. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 56(3), 259-266. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12364>
- Cattuzzo, M. T., Dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., de Araújo, R. C., & Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.004>
- *Cohen, R., Goodway, J. D., & Lidor, R. (2012). The effectiveness of aligned developmental feedback on the overhand throw in third-grade students. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 17(5), 525-541. <https://doi.org/10.1080/17408989.2011.623230>
- Coker, C. A. (2004). *Motor learning and control for practitioners*. McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- *Cuppone, A. V., Squeri, V., Semprini, M., Masia, L., & Konczak, J. (2016). Robot-assisted proprioceptive training with added vibro-tactile feedback enhances somatosensory and motor performance. *Plos One*, 11(10), e0164511-e0164511. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164511>
- Ericsson, I. (2008). Motor skills, attention and academic achievements. An intervention study in school years 1-3. *British Educational Research Journal*, 34(3), 301-313. <https://doi.org/10.1080/01411920701609299>
- Fairbrother, J. T. (2010). *Fundamentals of Motor Behavior*. Human Kinetics.

- *Goodwin, J. E., & Goggin, N. L. (2018). An older adult study of concurrent visual feedback in learning continuous balance. *Perceptual and Motor Skills*, 125(6), 1160–1172. <https://doi.org/10.1177/0031512518795758>
- *Hansen, S., Pfeiffer, J., & Patterson, J. T. (2011). Self-control of feedback during motor learning: Accounting for the absolute amount of feedback using a yoked group with self-control over feedback. *Journal of Motor Behavior*, 43(2), 113–119. <https://doi.org/10.1080/00222895.2010.548421>
- Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*, 327(7414), 557–560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Hinder, M. R., Tresilian, J. R., Riek, S., & Carson, R. G. (2008). The contribution of visual feedback to visuomotor adaptation: How much and when? *Brain Research*, 1197, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.12.067>
- *Hoff, M., Kaminski, E., Rjosk, V., Sehm, B., Steele, C. J., Villringer, A., & Ragert, P. (2015). Augmenting mirror visual feedback-induced performance improvements in older adults. *European Journal of Neuroscience*, 41(11), 1475–1483. <https://doi.org/10.1111/ejn.12899>
- Ives, J. C. (2014). *Motor Behavior: Connecting Mind and Body for Optimal Performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- *Kernodle, M. W., & Carlton, L. G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behavior*, 24(2), 187–195. <https://doi.org/10.1080/00222895.1992.9941614>
- *Kim, Y., Kim, J., Kim, H., Kwon, M., Lee, M., & Park, S. (2019). Neural mechanism underlying self-controlled feedback on motor skill learning. *Human Movement Science*, 66, 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.04.009>
- *Krause, D., Brüne, A., Fritz, S., Kramer, P., Meisterjahn, P., Schneider, M., & Sperber, A. (2014). Learning of a golf putting task with varying contextual interference levels induced by feedback schedule in novices and experts. *Perceptual and Motor Skills*, 118(2), 384–399. <https://doi.org/10.2466/23.30.PMS.118k17w3>
- Lauber, B., & Keller, M. (2014). Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 36–43. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.725104>
- *Leving, M. T., Vegter, R. J. K., Hartog, J., Lamothe, C. J. C., de Groot, S., & van der Woude, L. H. V. (2015). Effects of visual feedback-induced variability on motor learning of handrim wheelchair propulsion. *Plos One*, 10(5), e0127311–e0127311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127311>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ*, b2700. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>
- *Lim, S., Ali, A., Kim, W., Kim, J., Choi, S., & Radlo, S. J. (2015). Influence of self-controlled feedback on learning a serial motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, 120(2), 462–474. <https://doi.org/10.2466/23.PMS.120v13x3>
- Liu, J., Fu, H.-J., Chen, S., & Sheu, F.-R. (2014). The effect of provided and self-requested knowledge of performance on acquisition and transfer performance of an open sport skill in college students. *Asian Journal of Exercise & Sports Science*, 11(2).
- Magill, R. A., & Anderson, D. (2013). *Motor learning and control: Concepts and applications*. McGraw-Hill Higher Education.
- Maslovat, D., Chua, R., Lee, T. D., & Franks, I. M. (2004). Contextual interference: Single task versus multi-task learning. *Motor Control*, 8(2), 213–233. <https://doi.org/10.1123/mcj.8.2.213>
- *Núñez Sánchez, F. J., & Gálvez González, J. (2010). Influence of three accuracy levels of knowledge of results on motor skill acquisition. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(3), 476–484. <https://doi.org/10.4100/jhse.2010.53.17>
- *Park, J.-H., Shea, C. H., & Wright, D. L. (2000). Reduced-frequency concurrent and terminal feedback: A test of the guidance hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 32(3), 287. <https://doi.org/10.1080/00222890009601379>
- Phillips, E., Farrow, D., Ball, K., & Helmer, R. (2013). Harnessing and understanding feedback technology in applied settings. *Sports Medicine*, 43(10), 919–925. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0072-7>

- *Ranganathan, R., & Newell, K. M. (2009). Influence of augmented feedback on coordination strategies. *Journal of Motor Behavior*, 41(4), 317–330. <https://doi.org/10.3200/jmbr.41.4.317-330>
- *Reissig, P., Puri, R., Garry, M. I., Summers, J. J., & Hinder, M. R. (2015). The influence of mirror-visual feedback on training-induced motor performance gains in the untrained hand. *Plos One*, 10(10), e0141828–e0141828. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141828>
- Sedgwick, P., & Marston, L. (2015). How to read a funnel plot in a meta-analysis. *British Medical Journal (Clinical research ed.)*, 351, h4718. <https://doi.org/10.1136/bmj.h4718>
- *Sharma, D. A., Chevidikunnan, M. F., Khan, F. R., & Gaowgzeh, R. A. (2016). Effectiveness of knowledge of result and knowledge of performance in the learning of a skilled motor activity by healthy young adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1482–1486. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1482>
- Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013). Terminal feedback outperforms concurrent visual, auditory, and haptic feedback in learning a complex rowing-type task. *Journal of Motor Behavior*, 45(6), 455–472. <https://doi.org/10.1080/00222895.2013.826169>
- Smart, N. A., Waldron, M., Ismail, H., Giallauria, F., Vigorito, C., Cornelissen, V., & Dieberg, G. (2014). Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13(1), 9–18. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000020>
- *Sullivan, K. J., Kantak, S. S., & Burtner, P. A. (2008). Motor learning in children: Feedback effects on skill acquisition. *Physical Therapy*, 88(6), 720–732. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070196>
- *Tsai, M.-J., & Jwo, H. (2015). Controlling absolute frequency of feedback in a selfcontrolled situation enhances motor learning. *Perceptual and Motor Skills*, 121(3), 746–758. <https://doi.org/10.2466/23.PMS.121c28x7>
- Wulf, G., Shea, C., & Lewthwaite, R. (2010). Motor skill learning and performance: A review of influential factors. *Medical education*, 44(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03421.x>
- *Zabala, M., Sánchez-Muñoz, C., & Mateo, M. (2009). Effects of the administration of feedback on performance of the BMX cycling gate start. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(3), 393–400.

CC BY-NC-ND