

APRENDIZAJE MOTOR Y FEEDBACK: UNA REVISIÓN DE LITERATURA

MOTOR LEARNING AND FEEDBACK: A LITERATURE REVIEW

Recibido el 11 de Junio de 2020 / Aceptado el 17 de Octubre de 2020 / DOI:10.24310/riccafd.2020.v9i3.6385
Correspondencia: Judith Jiménez-Díaz. judith.jimenez_d@ucr.ac.cr

Jiménez-Díaz, J^{1 A,B,C,F}

¹ Jiménez-Díaz, J. Profesora de la Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica (Costa Rica). Doctorado en Ciencias del Movimiento Humano (PhD). judith.jimenez_d@ucr.ac.cr. ría de Educación, Juventud y Deportes de Canarias (España). pj.carrillolopez@um.es

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EIdea original y coordinador de toda la investigación

■ RESUMEN

El feedback que se brinda durante la ejecución de una destreza, muestra un papel esencial en el desempeño y aprendizaje de la misma. Existe una gran variedad de investigaciones realizadas sobre el tema de *feedback*, el objetivo de la presente investigación fue proveer al lector con una visión general de la efectividad del *feedback* en el área de aprendizaje motor y resaltar los hallazgos de investigaciones recientes. *Feedback* es un concepto general que se utiliza para describir la información que se le brinda al practicante en relación al desempeño de la destreza motriz que se desea aprender. En la primera parte de la revisión de literatura se describen los diferentes tipos de feedback que se han estudiado en los últimos años. En la segunda parte de la revisión se propone una clasificación de los tipos de *feedback* y se presenta un resumen de las investigaciones representativas de los diversos tipos de *feedback* y su efectividad. Por último, se presenta una breve conclusión y recomendación del tema.

■ PALABRAS CLAVE

destreza, realimentación, conocimiento de resultados, conocimiento de desempeño.



■ ABSTRACT

The feedback provided during the execution of a skill exposes an important role in the performance and learning of it. There is a great variety of research conducted on the topic of feedback, the aim of this research was to provide the reader with an overview of the use of feedback in the area of motor learning and highlight the recent findings. Feedback is a general concept that is used to describe the information that is given to the learner in relation to the performance of the motor skill to be learned. In the first part of the literature review the different types of feedback that have been studied recently are described. In the second part of the review a classification of the types of feedback is provided and a summary of the representative research of the different types of feedback and its effectiveness is presented. Finally, a brief conclusion and recommendations were presented.

■ KEY WORDS

motor skill, feedback, knowledge of results, knowledge of performance.

■ INTRODUCCIÓN

Existen muchos factores que influyen en el desempeño y aprendizaje de una destreza motriz, como por ejemplo el tipo de práctica realizada, el foco de atención (o concentración) del participante durante la ejecución del movimiento, el *feedback* (o realimentación) recibido en relación a la práctica realizada, entre otros factores(1). Un objetivo del área de aprendizaje motor, es establecer la estrategia más efectiva para la retención del desempeño de una destreza motriz(2). Es por esto que, en el proceso de aprendizaje o reaprendizaje de destrezas motrices, las personas profesionales en Educación Física, Movimiento Humano, Terapia Física o similar, deben tomar decisiones relacionadas con el planeamiento y la instrucción de las actividades a realizar, para que las personas aprendan una destreza motriz(3).

El *Feedback* es un concepto global utilizado para denominar la información que una persona recibe en relación al desempeño de la destreza que se desea aprender. No obstante, no toda la información recibida es *feedback*, se considera *feedback* solamente cuando la información está relacionada directamente con el desempeño de la ejecución de la destreza que se desea aprender(1,4,5). La información que se brinda proviene de dos medios diferentes: el *feedback* intrínseco y *feedback* extrínseco(6). El primero, también conocido como *feedback* inherente, se refiere a la información perceptual-sensorial que se recibe



por medio de cada uno de los sentidos (receptores internos y externos), percibida durante la ejecución de una destreza; esta información está presente bajo condiciones normales. El segundo, también llamado *feedback* aumentado, se refiere a la información recibida por medio de una fuente externa, la cual añade, aumenta o agrega información a la recibida de forma intrínseca, y presenta una gran variedad de características(4,7,8).

El *feedback* aumentado por su parte presenta una gran variedad de características. La información que se le brinda al practicante puede ser de diferentes tipos. Por ejemplo, presentar diferencias en el contenido de la información (9-11), utilizar diferentes sentidos -visual, auditivo, háptico-(12-15), estar basado en aciertos o errores(16), mostrar diferentes frecuencias(17,18), brindarse en diferentes momentos(19,20), autorregulado(21-23), con ancho de banda establecido(24) o utilizar la realidad virtual(25,26).

El *feedback* aumentado, según el contenido de la información presenta dos categorías: Conocimiento de resultados (CR), denominado en inglés *knowledge of results* [KR] y Conocimiento de la ejecución (CE) en inglés conocido como *knowledge of performance* [KP]. El primero, brinda información que se basa en el logro o cumplimiento del objetivo(8,27,28). Por ejemplo, si el objetivo es correr 100m en menos de 15s, el CR brinda información sobre el tiempo que duró la persona corriendo los 100m, o si se logró el objetivo o no. El segundo, se basa en el movimiento *per se* o la técnica de ejecución. Si el objetivo es correr 100m en menos de 15s, el CE brinda información sobre la técnica de carrera, que al mejorarla podría influir positivamente en el tiempo(8). Lauber y Keller mencionan que la ambos tipos de *feedback* son efectivos para mejorar el desempeño motor, lo que difiere entre sí es la estrategia de aprendizaje utilizada por el practicante(7).

Otra característica que presenta el *feedback* aumentado, es el momento en el cual se brinda la información, se le llama *feedback* concurrente si la información se brinda durante la ejecución y *feedback* terminal cuando la información se brinda al finalizar el movimiento(17,18). Además, el *feedback*, se puede brindar inmediatamente antes de ejecutar la destreza o inmediatamente después(19). Al analizar la efectividad de *feedback* concurrente y terminal a diferentes frecuencias se encontró que, para favorecer el aprendizaje motor, evidenciado en pruebas de retención, es mejor menor frecuencia de *feedback* concurrente(2,17).

Además, la frecuencia con la que se brinda el *feedback* se puede regular de diversas maneras. Una opción es que el participante decida cuando quiere recibir la información, este tipo de *feedback* se llama autorregulado(11,22,29,30). Otra opción, es que el investigador decida cuando le brindará el *feedback* al participante; la periodicidad



escogida por el investigador puede variar entre estar regulada de manera específica, estar degradada, promediada o también se puede proporcionar estableciendo un límite de error aceptado, por medio de un rango denominado 'ancho de banda'. Esto es, el *feedback* se le brinda a la persona, sólo cuando obtiene un desempeño con un error mayor al establecido en la banda(24,27,31,32). En la mayoría de los estudios, se ha encontrado que el *feedback* autorregulado es más efectivo, que el *feedback* brindado sin ser solicitado(33,34), especialmente cuando este presenta menor frecuencia(34) y la destreza es simple(35).

A su vez, la información que se le brinda al participante puede estar enfocada en los errores cometidos -resaltando un mal desempeño- o en los aciertos -basada en el buen desempeño-(16). Para este tipo de *feedback*, se ha encontrado que el *feedback* positivo (enfocado en aciertos) es más efectivo (16,36,37)

Otra característica relevante del *feedback*, es el sentido involucrado para hacer llegar la información, entre ellos se encuentra el *feedback* visual(13-15,25), el *feedback* auditivo o verbal(15,38), el *feedback* táctil(15,39) y el *biofeedback*(7); o una mezcla de varios sentidos(15,40). El *biofeedback* es considerado un tipo de *feedback* aumentado que se origina de respuestas físicas al realizar diferentes tareas, como por ejemplo la frecuencia cardiaca, actividad muscular o cerebral y nivel de consumo de oxígeno(7).

Tomando en cuenta la cantidad y variedad de características que presenta el *feedback*, en la presente revisión de literatura se presentó como objetivo proveer al lector con una visión general del uso de *feedback* en el área de aprendizaje motor y resaltar los hallazgos relevantes, al resumir las investigaciones realizadas en los últimos años relacionadas con el tema de *feedback* en el área de Aprendizaje Motor. La revisión presenta definiciones y clasificaciones de los tipos de *feedback* estudiados en los últimos años y se resume la efectividad de las diferentes estrategias de *feedback*.

■ **METODOS**

■ **Tipo de estudio**

El presente estudio es una revisión de literatura

Criterios de elegibilidad. En la presente revisión de literatura se incluyeron estudios experimentales o cuasi-experimentales en donde se haya aplicado un tratamiento con al menos una sesión de práctica física de destrezas motrices y se haya brindado al menos un tipo de *feedback* en participantes sanos, y que se haya medido el desempeño en destrezas motrices relacionada al deporte en al menos una prueba



de adquisición, retención y/o transferencia. Se limitó la revisión a publicaciones en revistas especializadas en los últimos 10 años (2009-2019). Se excluyeron estudios con participantes que presentaron alguna condición de salud física o mental (p.e. estudios de rehabilitación, participantes con parálisis o síndrome Down), estudios de revisión o descriptivos.

Búsqueda de literatura. Se utilizaron siete bases de datos (Academic Search Complete, SPORTDiscus, MEDLINE, PsycARTICLES, ERIC, Education Research Complete, Fuente Académica Premier) con las siguientes palabras clave: (“*feedback*” OR “*augmented feedback*” OR “*knowledge of results*” OR “*knowledge of performance*”) AND (“*motor learning*” OR “*skill acquisition*” OR “*motor skill*”).

Selección de estudios. Para ser incluido en la presente revisión, el estudio debió cumplir con los criterios de elegibilidad preestablecidos. Los estudios fueron revisados por título y resumen, en una primera etapa y en texto completo en una segunda etapa. Se seleccionaron, en la medida de lo posible, al menos dos de los estudios más recientes, de cada tipo de *feedback* aumentado identificado para su análisis.

■ RESULTADOS

En general, se identificaron 205 estudios, los cuales fueron revisados por título y resumen. Se seleccionaron en base a los criterios de elegibilidad 54 estudios, los cuales fueron revisados en texto completo. Se incluyeron 22 estudios en la presente revisión, los cuales presentan variedad en tipos de *feedback*, característica de la muestra (diferentes edades y habilidades) y diversidad de destrezas motrices (deportivas, producción de fuerza, secuencia de tecla, precisión espacial, entre otras) de los últimos 10 años.

■ Tipos de *feedback*

En las últimas décadas, se han realizado una gran variedad de investigaciones, en el área de aprendizaje motor sobre el tema de *feedback*. En los estudios comúnmente se comparan dos o más tipos de *feedback*, con el objetivo de determinar cuál es más efectivo. En la Tabla 1, se resumen las características relevantes de los estudios incluidos en la presente revisión.

Tabla 1. Principales características de los estudios incluidos en la revisión

Estudio	Característica de la muestra	Característica del feedback	Características de la práctica	Característica de la destreza	Resultado principal
Ahmadi, Sabzi, Heirani, & Hasanvand, 2011	Estudiantes universitarios con edad promedio de 22 años	Feedback autorregulado, feedback enfocada en aciertos, errores o ambos	12 bloques de 6 intentos	Producción de fuerza	El feedback después de un buen desempeño favorece el aprendizaje
Albuquerque, Lage, Ugrinowitsch, Corrêa, & Benda, 2014	Estudiantes universitarios con edad promedio de 22 años	Feedback de conocimiento de resultados con frecuencia de 100% o 50%	10 bloques de 12 intentos	Secuencia de teclados	Recibir feedback a 50% de frecuencia mejora el desempeño en comparación con el 100%. Sin embargo, no hay diferencia en prueba de transferencia
Bechtel, McGee, Huitema, & Dickinson, 2015	Estudiantes universitarios	Feedback inmediatamente antes o después de ejecutar la destreza	Sesiones de aproximadamente 30 minutos	Secuencia de teclado y toma de decisiones	No hubo diferencia entre los grupos
Beltrão et al., 2011	Estudiantes escolares con edad promedio de 9 años y estudiantes universitarios con edad promedio de 20.5 años	Información poco precisa, precisa o muy precisa del resultado. Enfoque de conocimiento de resultados con una frecuencia del 66%	Práctica de 60 intentos	Lanzamiento de un disco a un punto de precisión	El nivel de precisión no influyó en la mejora del desempeño en niños ni adultos.
Brand et al., 2016	Adultos sanos con edad promedio de 27 años	Feedback visual representado por realidad virtual	10 bloques de 9 intentos	Movimientos de flexión-extensión de los dedos	Feedback visual mejora el desempeño al ser más parecido a la realidad
Carter & Ste-Marie, 2017	Adultos sanos con edad promedio de 22 años	Feedback de conocimiento de resultados autorregulado con y sin interrupciones	6 bloques de 10 intentos	Movimientos de flexión-extensión de codo	El feedback autorregulado sin interrupciones favorece el desempeño en comparación con el feedback autorregulado con interrupciones
Chiviakowsky & Lessa, 2017	Adultos mayores con edad promedio de 62 años	Escoger o no escoger feedback (autorregulado)	6 bloques de 6 intentos	Precisión espacial	Escoger cuando recibir feedback favorece el aprendizaje motor con comparación con no escoger el feedback
Coca-Ugrinowitsch et al., 2014	Estudiantes universitarios con edad promedio de 21 años	Conocimiento de resultados con banda ancha y banda angosta	Práctica de 150 lanzamientos	Lanzamiento de dardos	Recibir feedback con banda ancha o angosta está asociado con mejor desempeño y aprendizaje motor
Critchley, Kokubu, Iemitsu, Fujita, & Isaka, 2014	Estudiantes universitarios con edad promedio de 19 años y adultos mayores con edad promedio de 65 años	Feedback visual	6 intentos	Fuerza de prensión y precisión	Al recibir feedback visual las personas adultas-jóvenes presentan mejor desempeño que los adultos mayores, sin feedback visual ambos grupos presentan igual desempeño

Estudio	Característica de la muestra	Característica del feedback	Características de la práctica	Característica de la destreza	Resultado principal
Cuppone, Squeri, Semprini, Masia, & Konczak, 2016	Adultos-jóvenes con edad promedio de 25 años	Feedback táctil-vibración (sin visión)	3 sesiones de 1 hora	Movimiento de muñeca de precisión	Entrenamiento con feedback táctil-vibratorio favorece el desempeño motor
Goudini, Saemi, Ashrafpoornavaee, & Abdoli, 2018	Estudiantes universitarios con edad promedio de 24 años	Feedback enfocada en aciertos (después de un buen desempeño) o errores (después de un mal desempeño)	11 bloques de 6 intentos	Seguir una línea en precisión (movimiento continuo)	El feedback enfocada en aciertos favorece a un mejor desempeño y aprendizaje motor en comparación con el feedback después de un mal desempeño.
Krause, 2017	Nadadores expertos	Conocimiento del desempeño de la ejecución y conocimiento de resultados	5 sesiones con 50 intentos	Salidas y vueltas en natación	Ambos tipos de feedback favorecen el desempeño motor
Krause et al., 2014	Adultos con edad promedio de 26 años (expertos y novatos)	Feedback de conocimiento de resultados en relación a distancia y ángulo, de manera verbal	2 sesiones de 60 intentos	Golpe de golf	El aprendizaje fue similar para cada tipo de feedback
Lim et al., 2015	Novatas en taekwondo con edad promedio de 27 años	Feedback autorregulado	4 bloques de 16 intentos	Secuencia de taekwondo	El feedback autorregulado presentó mejor desempeño
Liu, Fu, Chen, & Sheu, 2014	Estudiantes universitarios	Conocimiento de la ejecución del desempeño autorregulado y brindado	5 bloque de 5 intentos	Precisión en golpe de raqueta en tenis de mesa	El desempeño fue similar entre los tipos de feedback
Ranganathan & Newell, 2009	Adultos con edad promedio de 27 años de edad	Conocimiento de resultados y feedback concurrente	8 bloques de 60 intentos	Coordinación y producción de fuerza	Feedback concurrente favorece el desempeño pero no el aprendizaje motor
Reissig, Puri, Garry, Summers, & Hinder, 2015	Adultos con edad promedio de 27 años de edad	Feedback concurrente visual con espejo	1 sesión de 30 minutos	Rotación de bolas en la mano	El desempeño fue similar entre los tipos de feedback
Rosati, Oscari, Spagnol, Avanzini, & Masiero, 2012	Adultos con edad promedio de 22 años	Feedback visual y feedback auditivo relacionado a la tarea	13 intentos	Precisión espacial - Seguir un punto en una pantalla	El feedback auditivo relacionado a la tarea favorece el desempeño en comparación con el feedback visual
Sherwood & Rothman, 2011	Estudiantes universitarios con edad promedio de 20 años	Feedback concurrente y visual	4 bloques de 40 intentos	Precisión espacial - Seguir un punto en una pantalla	La presencia de feedback visual favorece el desempeño
Sidaway, Bates, Occhiogrosso, Schlagenhauer, & Wilkes, 2012	Niñas y niños de 10 años de edad	Feedback de conocimiento de resultados con frecuencia de 33% o de 100%	6 bloques de 12 intentos	Lanzamiento de precisión estático (simple) y en movimiento (complejo)	El feedback con menor frecuencia (33%) favorece el aprendizaje en las destrezas simples, pero el de mayo frecuencia (100%) favorece el aprendizaje en tareas complejas
Tsai & Jwo, 2015	Adultos con edad promedio de 25 años	Autorregulado con y sin limite	6 bloques de 10 intentos	Control de fuerza	El feedback autorregulado con limite presentó mejor desempeño que el autorregulado sin límite de cantidad
Vieira et al., 2014	Estudiantes universitarios con edad promedio de 23 años	Conocimiento de resultados con regularidad promediada a un 20%, 30% y 100%	30 intentos	Secuencia de movimientos	El feedback ofrecido al 20% y 30% favorece el desempeño en comparación con el feedback al 100%



En la Tabla 2 se presenta una propuesta de clasificación de los tipos de *feedback* aumentado encontrados en la revisión de literatura y su respectiva definición.

Tabla 2. Clasificación del *feedback* aumentado según sus características

Característica	Tipo	Definición
Contenido de la información	Conocimiento de resultados (CR)	Brinda información que se basa en el logro o cumplimiento del objetivo.
	Conocimiento de la ejecución (CE)	Brinda información que se basa en el movimiento <i>per se</i> o la técnica de ejecución.
Enfoque de la información	Enfocada en los errores	La información que brindada se enfoca en el movimiento incorrecto realizado.
	Enfocada en los aciertos	La información que brindada se enfoca en el movimiento correcto realizado.
Momento en que se brinda la información	Concurrente	La información se brinda durante la ejecución del movimiento.
	Terminal	La información se brinda al finalizar la ejecución del movimiento.
Frecuencia en que se brinda la información	Regulada con periodicidad específica	Se establece una periodicidad en la que se brinda la información. Por ejemplo, se puede brindar para el 30% de los intentos, o para el 50% o en el 100% de los intentos.
	Regulada con periodicidad de ancho de banda	La periodicidad también puede ser brindada entre bandas (se ofrece cuando el resultado de la destreza se encuentra entre un rango de acierto definido).
	Regulada con periodicidad degradada	degradada (más información el inicio y se va reduciendo gradualmente).
	Regulada con periodicidad promediada	promediada (cada cantidad de intentos se brinda un resumen de los resultados obtenidos).
	Auto-regulada	Se brinda cada vez que el aprendiz la solicita. En algunos casos se le brinda un límite de cantidad de veces que puede solicitarse.
Sentidos utilizados para recibir la información	Visual	<i>Feedback</i> aumentado que brinda información por medio de la vista (p.e. ver la ejecución del movimiento en pantallas).
	Auditivo o verbal	<i>Feedback</i> aumentado que brinda la información por medio de sonido (p.e. uso de audífonos).
	Táctil o háptico	<i>Feedback</i> aumentado que brinda la información por medio del sentido del tacto o kinestésico (p.e. vibraciones, guía durante el movimiento).
	Biofeedback	<i>Feedback</i> aumentado que se origina de una respuesta física (p.e. frecuencia cardíaca, presión arterial).



De los 22 estudios analizados se detectaron cinco características de diferentes de brindar *feedback* aumentado, las cuales no son excluyentes entre sí, de lo contrario se complementan. Cada característica presenta al menos dos tipos de *feedback*, que de igual manera pueden complementarse entre sí. Sin embargo, la selección y combinación del tipo de *feedback* para optimizar el aprendizaje motor depende de factores adicionales; como por ejemplo las características de la muestra y el tipo de la destreza. La efectividad de cada tipo de *feedback* se analiza en el siguiente apartado.

■ DISCUSIÓN

■ Efectividad del *feedback* aumentado

En un estudio realizado en nadadores expertos, un grupo recibió *feedback* de conocimiento de la ejecución, mientras que el otro grupo recibió *feedback* de CE y conocimiento de resultados. La información de conocimiento de la ejecución se brindó por medio de videograbaciones. Los resultados del estudio indicaron que ambos grupos mejoraron el desempeño en la técnica de salida y vuelta de manera similar(10). En general, se encontraron más estudios que utilizan el *feedback* de conocimiento de resultados.

Con el objetivo de identificar si la cantidad de conocimiento de resultados es un factor que incluye en el desempeño, según la edad de la persona que lo recibe. Un grupo de investigadores compararon el desempeño de la precisión del lanzamiento, luego de recibir *feedback* del resultado con un nivel de exactitud alto, intermedio o bajo, contra no recibir información; en un grupo de niños(as) y adultos. Se encontró que el desempeño de todos los participantes mejoró en los tres grupos que recibieron *feedback* de conocimiento de resultados, indistintamente del nivel de exactitud, mientras que el grupo control no mejoró el desempeño. Además, hallaron que los adultos presentaron mejor desempeño en comparación con los infantes después de recibir información con un nivel de exactitud intermedio o bajo, mientras que el desempeño fue similar entre adultos y niños(as) que recibieron un nivel de exactitud alto(9).

Para identificar cuál frecuencia de *feedback* es más efectiva para mejorar el desempeño en una tarea motriz, se estudió la influencia del *feedback* de conocimiento de resultados y concurrente, en una prueba de estrategias de coordinación y producción de fuerza con dos dedos. Entre las comparaciones realizadas en el estudio, un grupo recibió *feedback* concurrente de conocimiento de resultados el 100% de los intentos,



mientras que el segundo grupo recibió el *feedback* uno de cada dos intentos de manera intercalada (50% de conocimiento de resultados), es decir uno si, otro no, y así sucesivamente. Los resultados de este estudio, fueron similares a los obtenidos en el estudio anteriormente descrito, y los autores concluyeron que practicar una destreza con *feedback* de manera concurrente favorece el resultado en pruebas de adquisición, sin embargo es contraproducente en pruebas de retención(18). En general, presentar *feedback* concurrente en un 100% de los intentos durante la práctica no favorece el aprendizaje motor.

En una investigación se le ofreció la oportunidad a cada integrante del grupo de escoger cuando recibir el *feedback*, mientras que un participante pareado del otro grupo recibió el *feedback*, sin haberlo solicitado (pero en el mismo momento que lo recibió su pareja del otro grupo). Los resultados encontrados indican que el grupo que solicitó el *feedback* presentó mejor desempeño en precisión en la destreza evaluada, que el grupo que recibió el mismo *feedback*, pero sin haberlo solicitado, en la prueba de retención(21). En un estudio similar se estudió el efecto de *feedback* de conocimiento de la ejecución, brindada cuando el participante la solicita, o brindada sin haberla solicitado, al mismo momento que se le brindó al otro grupo y sin *feedback*. Sin embargo, en este estudio todos los participantes mejoraron el desempeño de la destreza de golpe de revés en tenis de mesa, en la prueba de adquisición. No se encontró diferencia en el desempeño entre los tres grupos en la prueba de transferencia(11).

Además, considerando el momento de recibir el *feedback*. En un estudio se comparó el desempeño en tareas de memoria y toma de decisiones, al recibir el *feedback* inmediatamente antes o después de la tarea, o al no recibir *feedback* aumentado. Se encontró que el desempeño de los participantes fue similar en las tres condiciones -*feedback* antes, después, sin *feedback* aumentado-(19).

En otro estudio, con el objetivo de conocer el efecto de dos tipos de ancho de banda, se comparó un grupo que recibió *feedback* cuando el desempeño era por debajo de 7 puntos (ancho de banda estrecho), otro grupo recibió *feedback* cuando el desempeño fue por debajo de 4 puntos (ancho de banda amplio), el tercer grupo recibió *feedback* en todos los intentos. En la prueba de adquisición los tres grupos presentaron desempeño similar en la tarea de lanzar dardos; sin embargo, durante la práctica los grupos que recibieron *feedback* con el ancho de banda, presentaron mayor consistencia en comparación con el grupo que recibió *feedback* todos los intentos, el cual no presentó cambio en la variabilidad. En la prueba de retención, los grupos que recibieron *feedback* con el ancho de banda, presentaron mejor desempeño, tanto en consistencia como en precisión, que el grupo que recibió *feedback* todos los intentos(24).



En un estudio, se investigó esta comparación y se brindó información de conocimiento de resultados basada en el buen desempeño a un grupo, mientras que a otro grupo se le brindó información basada en el mal desempeño, en participantes novatos en una destreza continua de motora fina. En la prueba de adquisición no se encontró diferencias en el desempeño entre los grupos, no obstante, en la prueba de retención, se encontró que el *feedback* basado en aciertos es más efectivo para el aprendizaje motor que el *feedback* basado en errores(16).

Se utilizó el *feedback* visual para evaluar si se favorece el desempeño en una destreza de coordinación de motora fina. Para esto se contó con cuatro grupos: dos de adultos (uno con *feedback* visual, uno sin *feedback* visual) y dos de adultos mayores (uno con *feedback* visual, uno sin *feedback* visual). Los adultos mayores en la condición de *feedback* visual presentaron mayor error en el desempeño que el grupo de adultos en la misma condición. Sin embargo, ambos grupos de edad sin el *feedback* visual presentaron el mismo desempeño. Los resultados sugieren que los adultos mayores no utilizan la información visual de la misma manera que los adultos en el desempeño de una destreza de control de movimientos finos(13).

Específicamente, el *feedback* visual también ha sido estudiado con diferentes variaciones. En un estudio se analizó el efecto de *feedback* concurrente visual activo (ver la mano ejecutando el movimiento durante el entrenamiento), el *feedback* visual pasivo (ver la mano que no realiza el entrenamiento) y *feedback* concurrente visual de la imagen en el espejo de la mano activa durante el entrenamiento. La tarea era girar dos bolas en una mano. Los tres grupos presentaron una mejora similar entre la medición pretest y posttest. Además, en este estudio se evaluó el efecto de transferencia, estudiando el desempeño en la mano que no recibió entrenamiento. El desempeño de los tres grupos de *feedback* fue mejor en una medición posttest en la mano sin entrenamiento, en comparación con un grupo sin entrenamiento. Los resultados de este estudio sugieren que los tres tipos de *feedback* concurrente visual estudiados, mejoran el desempeño en una destreza de motora fina, tanto en la misma mano que recibió el entrenamiento como en la transferencia hacia la otra mano(14).

Se evaluó el efecto del *feedback* táctil al realizar una destreza de movimiento de muñeca. Un grupo realizó práctica con entrenamiento propioceptivo, un segundo grupo recibió el entrenamiento propioceptivo más *feedback* vibro-táctil, además del grupo control (sin entrenamiento propioceptivo). Se encontró que el grupo que recibió el *feedback* vibro-táctil mejoró su desempeño luego de la práctica, y al final de la misma presentó mejor desempeño en comparación con el grupo que solo recibió entrenamiento propioceptivo y el grupo control(39).



El *feedback* visual se estudió por medio del uso de realidad virtual en una tarea interactiva de alcanzar un objetivo. Un grupo recibió *feedback* donde el cursor que se movía en la pantalla para alcanzar el objetivo era un círculo color piel, en el segundo grupo el cursor eran varios círculos color piel colocados en hilera, en el tercer grupo el cursor era una mano animada, y en el cuarto grupo el cursor era una mano que parecía real. Se encontró que la velocidad de reacción del tercer y cuarto grupo fue menor que los dos primeros, por lo que recomiendan el uso de manos animadas o reales en las actividades de entrenamiento medidas por computadoras, en vez de otras figuras que representen el movimiento(25).

En resumen, se encontró una gran variedad de estudios y protocolos de investigación que utilizaron diferentes tipos de *feedback*, con el objetivo de determinar su efectividad en el aprendizaje de destrezas motrices. En algunos estudios los resultados no presentaron efecto positivo en el desempeño o aprendizaje, mientras que en otros estudios sí. Además, en algunos estudios los diferentes protocolos fueron efectivos, sin embargo, presentaron un mejor desempeño en un grupo con respecto su grupo de comparación.

■ Hipótesis de la Guía

Usualmente el *feedback* aumentado tiende a presentar un efecto positivo en el desempeño y aprendizaje motor; sin embargo, no siempre es así; se requiere de un balance de la información que se brinda para que se presente el efecto positivo. Tomando en cuenta la gran cantidad de características que se presentan en el *feedback*, existe la posibilidad que no se obtenga el efecto esperado. El efecto negativo del *feedback* se expone por medio de la “hipótesis de la guía”(41). Esta hipótesis plantea que brindar mucha información y muy frecuente durante la práctica (exceso de información) promueve una dependencia del *feedback*, disminuyendo el desempeño de la destreza en la prueba de adquisición(41). Una explicación del efecto negativo del *feedback*, es que la presencia del mismo promueve que la persona ignore la información que brinda el *feedback* intrínseco; como consecuencia la persona no es capaz de establecer el mecanismo interno de detección de errores, que se utiliza en la ausencia del *feedback* aumentado(41,42). Aunque existe evidencia que indica que el *feedback* todo el tiempo puede ser beneficioso(43).

■ CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el área de aprendizaje motor se han estudiado diferentes aspectos que influyen en el desempeño y aprendizaje de una destreza motriz.



Uno de estos factores ha sido el *feedback*. Este factor presenta una serie de aspectos relevantes, que hace su estudio muy dinámico y complejo.

Existen muchas variaciones que se pueden establecer en un protocolo de *feedback*, por lo que realizar una conclusión general y objetiva sobre cuál característica o tipo de *feedback* es más efectivo que otro, es muy ambicioso. No obstante, basados en los estudios revisados, se logró identificar algunas características de los protocolos que tienden a ser más efectivas que otras (ver Tabla 3).

En general se apoya la veracidad de la hipótesis guía, donde se postula que grandes cantidades y en mayor frecuencia *feedback* favorecen el desempeño en pruebas de adquisición (a corto plazo), sin embargo, son contraproducentes en pruebas de retención o transferencia (largo plazo). No obstante, es difícil de identificar que son grandes cantidades o altas frecuencias, ya que estas y otras características dependen de las condiciones de la tarea, el individuo y el ambiente.

Tabla 3. Efectividad del *feedback* aumentado según sus características

Característica	Efectividad
Contenido de la información	CR y CE tienden a presentar mayor efectividad que no recibir ningún tipo de información, no hay información sólida sobre si uno de los dos es mejor que el otro
Enfoque de la información	Enfocarse en los aciertos presenta mejor desempeño que el <i>feedback</i> enfocado en los errores
Momento en que se brinda la información	El <i>feedback</i> concurrente es más efectivo en pruebas de adquisición El <i>feedback</i> terminal es más efectivo para pruebas de retención
Frecuencia en que se brinda la información	El <i>feedback</i> autorregulado, tiende a ser mejor que todas las demás frecuencias establecidas por el investigador, mientras no haya interrupciones entre la ejecución y el <i>feedback</i> El <i>feedback</i> regulado por ancho de banda es mejor que brinda <i>feedback</i> sin ninguna limitación en el desempeño. Existe poca evidencia que utiliza el <i>feedback</i> regulado con periodicidad específica, degradada o promediada.
Sentidos utilizados para recibir la información	El <i>feedback</i> visual ha sido el más estudiado, y brinda mayor efectividad sobre otro tipo de sentido, sin embargo, se limita a la edad de los participantes. Utilizar varios sentidos en el <i>feedback</i> es más efectivo que sólo un tipo



En conclusión, los beneficios de diferentes tipos de *feedback* se presentan tanto en pruebas de adquisición, como en pruebas de retención y transferencia, en diferentes participantes. Sin embargo, en la mayoría de los casos la eficiencia del tipo de *feedback* utilizado es dependiente de la edad, sexo y habilidad del participante, el tipo de destreza y otros factores. Por tanto, se recomienda examinar de forma más objetiva -por ejemplo, por medio de la técnica metaanalítica- el efecto de los diferentes tipos de *feedback* en las diferentes pruebas (adquisición, retención y transferencia), según las diferentes características que presentan los participantes y los protocolos analizados.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Med Educ.* 2010;44(1):75–84.
2. Sherwood DE, Rothman KK. Concurrent visual feedback and spatial accuracy in continuous aiming movements. *Percept Mot Skills.* diciembre de 2011;113(3):825-39.
3. Magill RA. Motor Learning Is Meaningful for Physical Educators. *Quest* 00336297. agosto de 1990;42(2):126-33.
4. Fairbrother JT. *Fundamentals of Motor Behavior.* Champaign, IL: Human Kinetics 1; 2010. 186 p.
5. Magill RA. The Influence of Augmented Feedback on Skill Learning Depends on Characteristics of the Skill and the Learner. *Quest* 00336297. agosto de 1994;46(3):314-27.
6. Puttemans V, Vangheluwe S, Wenderoth N, Swinnen SP. Bimanual Directional Interference: The Effect of Normal Versus Augmented Visual Informational Feedback on Learning and Transfer. *Motor Control.* enero de 2004;8(1):33-50.
7. Lauber B, Keller M. Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(1):36-43.
8. Magill RA, Anderson D. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications: Tenth Edition.* New York: McGraw-Hill Higher Education; 2013. 497 p.
9. Beltrão NB, Henrique RS, Siqueira AKM, Santos JNC, Mello AMS., Cattuzzo MT. 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.* julio de 2011;7(3):69-77.
10. Krause D. Effects of additional knowledge of results on modifying highly practiced acyclic swimming techniques with knowledge of performance. *Int J Sports Sci Coach.* diciembre de 2017;12(6):737-46.
11. Liu J, Fu H-J, Chen S, Sheu F-R. The Effect of Provided and Self-Requested Knowledge of Performance on Acquisition and Transfer Performance of an Open Sport Skill in College Students. *Asian J Exerc Sports Sci [Internet].* 2014;11(2).



12. Atchy-Dalama P, Zanone PG, Peper CE, Beek PJ. Movement-Related Sensory Feedback Mediates the Learning of a New Bimanual Relative Phase Pattern. *J Mot Behav.* mayo de 2005;37(3):186-96.
13. Critchley K, Kokubu M, Iemitsu M, Fujita S, Isaka T. Age-related differences in the availability of visual feedback during bimanual pinch. *Eur J Appl Physiol.* septiembre de 2014;114(9):1925-32.
14. Reissig P, Puri R, Garry MI, Summers JJ, Hinder MR. The Influence of Mirror-Visual Feedback on Training-Induced Motor Performance Gains in the Untrained Hand. *Plos One.* 30 de octubre de 2015;10(10):e0141828-e0141828.
15. Sigrist R, Rauter G, Riener R, Wolf P. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. *Psychon Bull Rev.* 1 de febrero de 2013;20(1):21-53.
16. Goudini R, Saemi E, Ashrafpoornavaee S, Abdoli B. The effect of feedback after good and poor trials on the continuous motor tasks learning. *Acta Gymnica.* enero de 2018;48(1):3-8.
17. Park J-H, Shea CH, Wright DL. Reduced-Frequency Concurrent and Terminal Feedback: A Test of the Guidance Hypothesis. *J Mot Behav.* septiembre de 2000;32(3):287.
18. Ranganathan R, Newell KM. Influence of Augmented Feedback on Coordination Strategies. *J Mot Behav.* julio de 2009;41(4):317-30.
19. Bechtel NT, McGee HM, Huitema BE, Dickinson AM. The Effects of the Temporal Placement of Feedback on Performance. *Psychol Rec.* 2015;65(3):425-34.
20. Blandin Y, Toussaint L, Shea CH. Specificity of practice: Interaction between concurrent sensory information and terminal feedback. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* julio de 2008;34(4):994-1000.
21. Chiviawsky S, Lessa HT. Choices Over Feedback Enhance Motor Learning in Older Adults. *J Mot Learn Dev.* diciembre de 2017;5(2):304-18.
22. Chiviawsky S, Treptow JG, Tani G, Meira Jr. C de M, Schild JFG. Conhecimento de resultados auto-controlado: efeitos na aprendizagem de diferentes programas motores generalizados. / Self-controlled knowledge of results: learning effects of different generalized motor program. *Rev Port Ciênc Desporto.* diciembre de 2009;9(3):175-82.
23. Hansen S, Pfeiffer J, Patterson JT. Self-control of feedback during motor learning: accounting for the absolute amount of feedback using a yoked group with self-control over feedback. *J Mot Behav.* 2011;43(2):113-9.
24. Coca-Ugrinowitsch AA, Benda RN, Aburachid LM, De Andrade AGP, Greco PJ, Menzel H-JK, et al. Bandwidth knowledge of results on the learning of the saloon dart throwing task. *Percept Mot Skills.* 2014;118(2):462-74.
25. Brand J, Piccirelli M, Hepp-Reymond M-C, Morari M, Michels L, Eng K. Virtual Hand Feedback Reduces Reaction Time in an Interactive Finger Reaching Task. *PLoS ONE.* 4 de mayo de 2016;11(5):1-12.



26. Eaves DL, Breslin G, van Schaik P, Robinson E, Spears IR. The Short-Term Effects of Real-Time Virtual Reality Feedback on Motor Learning in Dance. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* febrero de 2011;20(1):62-77.
27. Albuquerque MR, Lage GM, Ugrinowitsch H, Corrêa UC, Benda RN. Effects of knowledge of results frequency on the learning of generalized motor programs and parameters under conditions of constant practice. *Percept Mot Skills.* 2014;119(1):69-81.
28. Krause D, Brüne A, Fritz S, Kramer P, Meisterjahn P, Schneider M, et al. Learning of a golf putting task with varying contextual interference levels induced by feedback schedule in novices and experts. *Percept Mot Skills.* 2014;118(2):384-99.
29. Carter M, Patterson JT. Self-controlled knowledge of results: Age-related differences in motor learning, strategies, and error detection. *Hum Mov Sci.* 2012;31(6):1459-72.
30. Carter M, Rathwell S, Ste-Marie D. Motor Skill Retention Is Modulated by Strategy Choice During Self-Controlled Knowledge of Results Schedules. *J Mot Learn Dev.* junio de 2016;4(1):100-15.
31. Vieira MM, Ugrinowitsch H, Gallo LG, Carvalho MFSP, Fonseca MA, Benda RN. Effects of summary knowledge of results in motor skills acquisition. *Rev Psicol Deporte.* 2014;23(1):9-14.
32. Vieira MM, Ugrinowitsch H, Oliveira FS, Gallo LG, Benda RN. Effects of knowledge of results (KR) frequency in the learning of a timing skill: Absolute versus relative KR frequency. *Percept Mot Skills.* 2012;115(2):360-9.
33. Lim S, Ali A, Kim W, Kim J, Choi S, Radlo SJ. Influence of self-controlled feedback on learning a serial motor skill. *Percept Mot Skills.* 2015;120(2):462-74.
34. Tsai M-J, Jwo H. Controlling absolute frequency of feedback in a selfcontrolled situation enhances motor learning. *Percept Mot Skills.* 2015;121(3):746-58.
35. Sidaway B, Bates J, Occhiogrosso B, Schlagenhauer J, Wilkes D. Interaction of Feedback Frequency and Task Difficulty in Children's Motor Skill Learning. *Phys Ther.* julio de 2012;92(7):948-57.
36. Sarıkabak M, Yaman Ç, Tok S, Binboga E. The Effects of Positive and Negative Feedback on Maximal Voluntary Contraction Level of the Biceps Brachii Muscle: Moderating Roles of Gender and Conscientiousness. *Percept Mot Skills.* febrero de 2017;124(1):118-30.
37. Ahmadi P, Sabzi AH, Heirani A, Hasanvand B. The effect of feedback after good, poor, good-poor trials, and self-control conditions in an acquisition and learning of force production task. *Facta Univ Ser Phys Educ Sport.* marzo de 2011;9(1):35-43.
38. Martínez JC, Gómez-López PJ, Femia P, Mayorga-Vega D, Viciano J. Effect of augmented verbal and visual feedback on efficiency in skiing teaching. *Kinesiology.* 2016;48(1):49-57.
39. Cuppone AV, Squeri V, Semprini M, Masia L, Konczak J. Robot-Assisted Proprioceptive Training with Added Vibro-Tactile Feedback Enhances Somatosensory and Motor Performance. *Plos One.* 11 de octubre de 2016;11(10):e0164511-e0164511.



40. Rosati G, Oscari F, Spagnol S, Avanzini F, Masiero S. Effect of task-related continuous auditory feedback during learning of tracking motion exercises. *J Neuroengineering Rehabil.* 10 de octubre de 2012;9:79-79.
41. Anderson D, Magill RA, Sekiya H, Ryan G. Support for an explanation of the guidance effect in motor skill learning. *J Mot Behav.* 2005;37(3):231-8.
42. Salmoni AW, Schmidt RA, Walter CB. Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychol Bull.* mayo de 1984;95(3):355-86.
43. Buchanan JJ, Wang C. Overcoming the guidance effect in motor skill learning: feedback all the time can be beneficial. *Exp Brain Res.* junio de 2012;219(2):305-20.