

EL CONOCIMIENTO DE LA EJECUCIÓN

Zubiaur, M.

INEF de León
Universidad de León

RESUMEN

El *conocimiento de los resultados* (CR) ha sido una de las variables más estudiadas en aprendizaje motor. Sin embargo los educadores habitualmente proporcionan información sobre el patrón del movimiento. A tal información se la denomina *conocimiento de la ejecución* (CP). En este artículo se revisa la metodología del CP desde sus orígenes. Hay tres formas de estudiar este feedback: 1) CP basado en el análisis del movimiento; 2) el uso del vídeo como CP; 3) el feedback cinético y cinemático.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje motor, feedback extrínseco, conocimiento de la ejecución.

ABSTRACT

Knowledge of Results (KR) has been one of the most examined variables in motor learning. However, instructors provide usually information about pattern of the movement. Such information has been termed Knowledge of performance (KP). In this article the methodology of KP research is revised from the beginning. There are three ways of studying this feedback: 1) KP is based on the movement analysis; 2) The use of videotape as KP; 3) Kinetic and kinematic feedback.

KEY WORDS: Motor learning, extrinsic feedback, knowledge of performance

INTRODUCCIÓN

Gentile en 1972, sugirió dos tipos de feedback: conocimiento del resultado (CR), cuando se informa sobre el resultado externo de una acción; y conocimiento de la ejecución, cuando se informa al sujeto sobre el propio movimiento. Este último tipo de feedback Gentile lo llamó knowledge of performance, y de una manera abreviada se conoce por KP. Yo voy a utilizar en este trabajo la abreviatura CP en lugar de CE, como correspondería a la traducción correcta de la expresión, por evitar la posible confusión con el Error Constante, medida muy utilizada en Aprendizaje Motor que habitualmente se expresa como CE (al igual que hace Simonet, en 1986, que lo denomina le *connaissance de la performance*).

Aunque parezca extraño, la investigación dedicada al CP ha sido mucho más escasa que la que se observa en CR. Curiosamente en el campo profesional se utiliza mucho más el feedback sobre el movimiento que sobre el resultado, los profesores que pretenden corregir los movimientos erróneos de sus alumnos hacen más hincapié en

este tipo de información por considerarla más efectiva. Sin embargo, los investigadores se han encontrado con muchas dificultades a la hora de llevar su estudio al laboratorio.

Gentile (1972) era de la opinión de que el feedback que hay que proporcionar al sujeto en aprendizaje varía en función del tipo de tarea, de forma que cuando se trata del aprendizaje de una tarea cerrada, siguiendo la clásica clasificación de Poulton (1957), es preferible utilizar CP, y cuando la tarea es abierta la persona se beneficia más del CR. En las tareas de tipo cerrado el medio externo permanece estable y la ejecución correcta del patrón de movimiento es lo esencial; en las tareas abiertas lo fundamental es la elección de la acción correcta en el menor tiempo posible. Sin embargo, el CP puede ser igual de útil para las tareas abiertas (Newell y Walter, 1981) donde muchos patrones de respuesta se repiten de una forma relativamente invariable, y los estímulos ambientales son también similares en muchas ocasiones.

En el estudio del CP se han utilizado distintas formas de comunicar los aspectos de la ejecución que resultan importantes para el aprendizaje. El desarrollo de los medios audiovisuales ha proporcionado una forma objetiva de informar al sujeto sobre su acción y de una forma bastante rápida. La investigación dedicada a la comunicación por vídeo es bastante amplia, como veremos más adelante.

En las últimas décadas se está haciendo especial hincapié en un CP basado en aspectos cinéticos y cinemáticos del movimiento, considerando dicha información de mayor utilidad para el aprendizaje.

CONOCIMIENTO DEL RESULTADO Y CONOCIMIENTO DE LA EJECUCIÓN

Como vimos antes, se ha desarrollado mucho más la investigación sobre el CR que la del CP a pesar de ser ésta última más utilizada en el mundo profesional, y posiblemente más útil para el aprendizaje. La causa principal de esta diferencia está en que muy pronto, si recordamos a Thorndike en 1927 y Lorge y Thorndike en 1935, se encontró la manera de investigar en el laboratorio los efectos del CR en el aprendizaje: tareas muy sencillas, de posicionamiento lineal o angular, donde el sujeto, con los ojos cerrados para evitar otra fuente de información externa que no fuera el experimentador, tenía que aprender a desplazar una palanca o un cursor, o bien dibujar una línea o rotar un botón hasta un punto determinado.

Por el contrario, los autores no han encontrado todavía el modo de investigar sobre el CP en el laboratorio adecuadamente.

En la actualidad, la idea de que el CR es la forma de feedback más potente para el aprendizaje (Adams, 1971; Newell, 1976; Bilodeau 1966) se va poniendo en duda. El CR tiene importancia pero no es el sine qua non del aprendizaje motor (Salmoni y col., 1984).

Hay una serie de dificultades que presenta la investigación que ha provocado este progresivo desvanecimiento del CR dejando insatisfechos a la mayoría de los

estudiosos del aprendizaje motor sobre el feedback extrínseco (Newell y Walter, 1981; Schmidt y Young, 1991; Young y Schmidt, 1992):

1. LA ESCASA GENERALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO.

En la mayoría de los trabajos sobre el CR se han utilizado tareas excesivamente simples, con un solo grado de libertad (mover una palanca, girar un botón, dibujar una línea,), y sin embargo la mayoría de las actividades que se deben aprender, que realizamos a nivel motor son mucho más complejas, requieren la coordinación entre numerosos grados de libertad (Newell y Walter, 1981; Zubiatur, 1992; Schmidt y Young, 1991; Kernodle y Carlton, 1992). Este problema hace que los resultados de las investigaciones llevadas a cabo para estudiar el CR no se puedan generalizar a todo tipo de actividad motriz.

Con tareas tan sencillas el CR resulta eficaz pues contiene la suficiente información para que el sujeto mejore y sepa qué modificar en el siguiente ensayo, dado que se trata de tareas cuya ejecución depende básicamente de un sólo aspecto. Cuando la tarea tiene más dimensiones la utilidad del CR disminuye al no saber el sujeto con exactitud qué es lo que ha hecho mal y, por tanto, qué debe mejorar.

2. EL CR ES EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS REDUNDANTE CON LA INFORMACIÓN INTRÍNSECA.

Otra característica de la investigación llevada a cabo con el CR es que a los sujetos, en muchos casos se les impedía ver el resultado de su acción tapándoles los ojos. El objetivo que se pretendía, era evitar cualquier fuente de información externa que no fuera el CR proporcionado por el experimentador y de esta forma asegurarse que la información contenida en el CR es la causante de la mejora (Newell, 1976; Simonet, 1986; Schmidt, 1988).

Aquí también existe un problema de generalización pues en la vida real uno practica las actividades correspondientes con visión. Posiblemente el aprendizaje de una tarea motriz realizada con los ojos abiertos es totalmente distinto a si se hace con los ojos cerrados.

La cuestión fundamental de este segundo punto está en que habitualmente somos capaces de tener por nuestros propios medios y de una manera intrínseca la información sobre el resultado de nuestras acciones, no siendo necesario el CR pues esa información no aporta nada nuevo (Schmidt y Young, 1991; Magill y col., 1991; Carraugh y col., 1990; Del Rey y Liu, 1990).

3. EL CR NO APORTA NINGUNA INFORMACIÓN SOBRE QUÉ HACER EN EL SIGUIENTE ENSAYO.

La información sobre el resultado de la acción nos informa del error cometido en relación a un objetivo externo pero no nos dice nada sobre cuál ha sido el fallo en la ejecución y cómo podemos rectificar nuestro intento siguiente (Gentile, 1972; Newell y Walter, 1981, Newell y McGinnis, 1985; Schmidt Young, 1991). Cuando la tarea a realizar es muy sencilla, como suele ocurrir en la investigación del CR, la información sobre el resultado es suficiente para rectificar en el ensayo siguiente, pero la mayoría de las tareas que se tienen que aprender en la vida real no son así, quedando en estos casos el CR insuficiente para rectificar los errores.

Esta serie de problemas han hecho que una serie de autores que tradicionalmente venían estudiando el CR como variable básica del aprendizaje motor, empiecen a interesarse por el CP como información posiblemente más eficaz para mejorar la adquisición de la mayoría de las habilidades motrices.

METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO DEL CP

Así como llevar al laboratorio el estudio del CR resultó fácilmente controlable, sin embargo no ha pasado lo mismo con el CP. Los primeros trabajos realizados en relación con el CP presentan dificultades metodológicas, lo que ha producido que no se haya desarrollado tanto como la investigación sobre el CR.

La utilidad del CP está, básicamente, en que el sujeto tiene más información que le permite saber qué hacer en el ensayo siguiente. Cuando la tarea es sencilla, es fácil saber qué aspecto de la ejecución hay que comunicar al sujeto para que mejore; cuando la tarea se complica cuesta más seleccionar los parámetros del movimiento adecuados para informar al que aprende y que resultan óptimos para su aprendizaje (Newell y Walter, 1981; Newell y McGinnis, 1985))

Schmidt y Young (1991) señalan que las primeras investigaciones llevadas a cabo en este tema no presentan la prueba de retención, necesaria para separar los efectos pasajeros de la variable en estudio de los más permanentes (Salmoni y col., 1984). Se conoce, por la investigación realizada en CR, cómo los efectos de la información pueden variar de una primera etapa de adquisición a otra posterior de retención; así como las funciones que la información sobre el resultado puede tener (asociativa, motivacional y de guía) con sus efectos a corto y largo plazo. Podemos prever que ocurra algo similar con el CP, y por tanto, se hace necesaria la realización de una prueba de retención para sacar conclusiones.

Otra dificultad en la investigación del CP, puesta de manifiesto por Schmidt y Young (1991), se puede encontrar cuando las tareas utilizadas tienen un patrón del movimiento que resulta isomórfico con el objetivo a conseguir, como es el caso de las investigaciones de Newell y Carlton (1987), Newell y McGinnis (1985) entre otras. Son situaciones donde el hecho de proporcionar CP no se distingue del CR pues resultado y patrón de movimiento coinciden. A la hora de investigar conviene usar

tareas con un resultado claramente distinto del movimiento en sí y asegurarnos de que los efectos conseguidos se deben a la información sobre la ejecución.

FORMAS DE TRANSMITIR EL CP

El CP definido por Gentile (1972) como la transmisión de información relacionada con el patrón de respuesta de la ejecución del sujeto, admite una variedad de formas de presentación del feedback, así como una variedad de contenidos o aspectos de la ejecución que van a depender de la naturaleza de la tarea, del nivel de aprendizaje, conocimientos sobre la ejecución, etc.. En este sentido la investigación realizada ha tomado distintos derroteros, que expondré a continuación:

1. EL CP BASADO EN EL ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO.

Tradicionalmente educadores y entrenadores han utilizado en su método de enseñanza la comunicación de los errores cometidos en la ejecución del movimiento. El CP en este caso está basado básicamente en la observación del movimiento del alumno por parte del profesor o entrenador. En el campo de la investigación también se ha utilizado este sistema para el estudio del CP: se analiza previamente la acción, se descompone en unidades de conducta fácilmente observables y el experimentador selecciona aquellos aspectos que considera más importantes para la correcta ejecución y que formarán parte del CP que se dará al sujeto.

Esta línea ha sido más utilizada por los estudiosos de la educación (Piéron, 1980; Lirette y Paré, 1987) pero también hay investigaciones realizadas en el campo del aprendizaje motor y la psicología del deporte (Magill y Schoenfelder-Zohdi, 1996; Buzas y Ayllon, 1981; Allison y Ayllon, 1980; Fitterling y Ayllon, 1983).

Fishman y Tobey (1978) han desarrollado un sistema de análisis del feedback extrínseco donde observan distintas categorías en función de la forma (auditivo, auditivo-visual y auditivo-táctil), de la dirección (hacia un alumno, hacia un grupo, hacia todos los alumnos), el momento (simultáneo, terminal y retardado), el objetivo (evaluativo, prescriptivo, comparativo, descriptivo y afectivo), el contenido general (todo el movimiento, parte del movimiento, resultado del movimiento), contenido específico (fuerza, espacio, ritmo, sin contenido específico) y carácter (positivo, negativo y neutro).

Esta clasificación ha sido utilizada por Lirette y Paré (1987 y 1988) para estudiar y describir el perfil de utilización de feedbacks de los profesores de educación física.

Piéron (1980) y Piéron y Devillers (1980) también desarrollan un sistema de análisis del feedback extrínseco similar a la de Fishman y Tobey (1978), en la que distingue entre un feedback evaluador, descriptivo y prescriptivo; y observa que es más eficaz un feedback prescriptivo que uno descriptivo.

Esta serie de estudios sobre el análisis de los feedbacks que se transmiten durante la educación física, se centran en el estilo del profesor y no en el proceso de aprendizaje en sí. No cabe duda que el educador juega un papel básico en el aprendizaje del alumno, pero es un tema que se desvía del objetivo principal de este artículo, que es el feedback en sí como variable de aprendizaje.

Hay una serie de trabajos que utilizan el CP para mejorar y desarrollar una habilidad motriz. Utilizan técnicas conductistas de modificación de conducta donde se incluye el CP. Así tenemos los trabajos de Buzas y Ayllon (1981), Allison y Ayllon (1980) y Fitterling y Ayllon (1983): en todos ellos se realiza un análisis previo de las conductas que se van a exigir (un bloqueo en fútbol, saque de tenis, gimnasia); posteriormente, si se observa durante la ejecución que el sujeto ha cometido un error en relación al análisis realizado, se le pide que pare la acción, se le informa sobre lo que ha hecho mal y el propio experimentador efectúa la ejecución bien hecha para que sirva de modelo al sujeto. Estas investigaciones no están centradas en el CP sino que pretenden probar la eficacia de una técnica conductual para la adquisición de habilidades motrices. En este sentido sus conclusiones no nos sirven para nuestro estudio del CP, pero sí suponen un intento de utilizar la observación sistemática y el análisis del patrón del movimiento para comunicar al sujeto información sobre su ejecución.

El ejemplo más claro dentro de esta forma de estudiar el CP lo tenemos en el trabajo de Magill y Schoenfelder-Zohdi (1996) donde recomiendan los pasos a seguir para poder transmitir información sobre el movimiento: lo primero que se debe hacer es analizar la tarea que se propone para el aprendizaje; identificar las partes que la componen. Después se deben ordenar según la importancia que tengan para una correcta ejecución, de forma que el CP que se transmite al sujeto va a depender de la categoría del error cometido en función de esa clasificación previa; es decir, si la ejecución tiene bastantes errores el CP consistirá en informar de aquel aspecto erróneo que primero aparezca en la clasificación previamente elaborada. Recientemente se ha llevado a cabo un trabajo (Zubiaur, 1996), siguiendo los pasos de Magill y Schoenfelder-Zohdi (1996), donde se compara la eficacia del CR y del CP en el aprendizaje del saque de voleibol, utilizando un diseño intrasujeto.

Lo interesante de esta metodología es que se aproxima mucho a la forma que en la práctica real se transmite la información, es decir, posiblemente los profesionales de la educación física lleven a cabo un proceso similar para seleccionar la información más adecuada para cada sujeto.

2. EL CP TRANSMITIDO EN VÍDEO.

Una manera relativamente sencilla de transmitir información sobre la ejecución es a través de una grabación en vídeo. Los trabajos relacionados con esta forma de dar el CP son relativamente cercanos, como es comprensible, y según Simonet (1986) se remontan a Caine en 1966.

Hay una revisión muy exhaustiva sobre este tema elaborada por Rothstein y Arnold (1976), donde se tratan más de 50 trabajos con 18 actividades deportivas distintas. Los autores no encontraron muchas investigaciones donde las diferencias entre observar o no la ejecución en vídeo fueran significativas. Sí llegaron a la conclusión de que los principiantes necesitan que se les dirija la atención hacia los aspectos relevantes de la ejecución, cosa que no ocurría en los sujetos más avanzados. También señalan que parece ser más eficaz el vídeo cuando se utiliza durante al menos cinco semanas, resultando ineficaz cuando la duración es menor.

Según parece, y siguiendo a Simonet (1986), hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de administrar CP mediante el vídeo, y esta es la forma correcta de abordar el tema si se quiere llegar a conclusiones coherentes:

a. Variables que afectan al sujeto.

Aquí entrarían las características individuales, tales como nivel de experiencia, edad, etc.

Respecto al nivel de experiencia, ya he comentado que el vídeo parece ser más eficaz en alumnos avanzados y expertos que en los principiantes. Estos últimos necesitan que se les dirija la atención hacia los aspectos relevantes de la ejecución. Newell y Walter (1981) sugieren como posible explicación, que el vídeo supone demasiada información para los principiantes, que pueden seleccionar datos irrelevantes dejando pasar por alto lo fundamental para el aprendizaje. Este problema no parecen tenerlo los más experimentados que saben por sí solos extraer lo relevante de la observación.

En la revisión realizada por Rothstein y Arnold (1976) se observa que cuando se guiaba la observación hacia los aspectos relevantes de la ejecución, mediante explicaciones verbales o gráficas, resultaba muy ventajoso para el aprendizaje. Kernodle y Carlton (1992) también llegan a la misma conclusión.

Se han utilizado secuencias fotográficas o imágenes estáticas de las distintas fases del gesto mediante una cámara de vídeo para reducir la información inicial del feedback en vídeo (Hampton, citado en Newell y Walter, 1981) con resultados favorables, siendo una posibilidad a estudiar.

Otra variable individual relacionada con el feedback en vídeo ha sido la edad. Hay algún trabajo sobre la influencia del CP proporcionado en vídeo a niños, como el de Erbaugh (1985) con niños de 6 y 7 años; pero no conozco estudios donde se comparen las edades de los sujetos, cuando es muy posible que haya diferencias. Los trabajos realizados sobre la observación de modelos (Thomas, Pierce y Ridsdale, 1977) demuestran que los niños de 9 años se benefician más de la observación que los de 7.

b. Variables relativas a la tarea.

Del Rey (1971) ha estudiado el tipo de tarea, abierta o cerrada (Poulton, 1957), y la utilización del vídeo como feedback. Sus trabajos, así como la revisión realizada por Rothstein y Arnold (1976) parecen indicar que esta forma de dar el CP es más apropiada para tareas de tipo cerrado. Los resultados están en consonancia con la idea

de Gentile (1972) según la cual, el CR es más apropiado para tareas consideradas abiertas y el CP, sin embargo, para las cerradas.

c. Variables relacionadas con el procedimiento.

Se han estudiado algunas variables relacionadas con el procedimiento, como las explicaciones que dirigen la atención y la cantidad de práctica, mencionadas antes; quedan, no obstante, muchas cuestiones relativas al proceso de transmisión de la información en vídeo que podrían influir en el aprendizaje, como por ejemplo, precisión de la información, frecuencia, tiempo de CP, etc., y que sería interesante analizar.

3. EL FEEDBACK CINÉTICO Y CINEMÁTICO.

Los problemas que presenta la investigación del CP mediante la observación sistemática y la grabación en vídeo de la ejecución han conducido a una serie de autores a la convicción de que la manera más eficaz de presentar el CP es a través de los parámetros cinéticos y cinemáticos del movimiento (Newell y Walter, 1981).

Los parámetros cinemáticos se refieren, según Schmidt (1988), a las características del movimiento de los diferentes segmentos corporales independientemente de las causas que lo producen: medidas de posición, desplazamiento, tiempo, velocidad, patrones de coordinación. Los aspectos cinéticos hacen referencia a las fuerzas que producen esas características cinemáticas del movimiento (Schmidt, 1988).

a. Las primeras investigaciones.

Los primeros estudios que dan soporte empírico al tema no se encuentran en el Aprendizaje Motor sino que provienen de distintos campos. English, en 1942, puso a prueba un feedback basado en aspectos cinéticos para enseñar a los reclutas a disparar con rifle. Lindahl en 1945 intenta entrenar a trabajadores industriales para conseguir mayores rendimientos; se trataba de enseñar el manejo de una máquina que resultaba ser de cierta complejidad y que habitualmente a los trabajadores nuevos les llevaba tiempo conseguir la habilidad (el manejo consistía en una rápida, precisa y rítmica coordinación de manos y pies). La originalidad del entrenamiento de Lindahl consistía en proporcionar un feedback, a través del trazado en un papel, del patrón de movimiento producido por los pies. A los trabajadores se les enseñaba el trazado realizado por un experto, el cual tenían que conseguir. El grupo entrenado de esta manera conseguía dominar la tarea industrial en mucho menos tiempo que los que usaban el método habitual; incluso, los trabajadores expertos perfeccionaban su ejecución si utilizaban este feedback ideado por Lindahl.

Posteriormente Howell (1956) utiliza el CP cinético para enseñar la salida en carreras de velocidad: comparó un grupo que recibía el sistema tradicional de enseñanza con otro el cual recibía después de cada ejecución feedback del impulso producido a través

de un gráfico donde se mostraba la curva de fuerza-tiempo. Previamente se les había enseñado la curva óptima a conseguir en el curso del aprendizaje.

Siguiendo en nuestro campo, Hatze (citado en Newell y Walter, 1981) comparó la efectividad del CR y del CP. La tarea consistía en levantar una pierna 40° con un peso añadido de 10 kg tan rápidamente como fuera posible. En los primeros 120 intentos se les proporcionaba CR, después se cambiaba el CR por CP durante unos 100 ensayos más. En la gráfica (Figura 1) se observan muy bien los resultados .

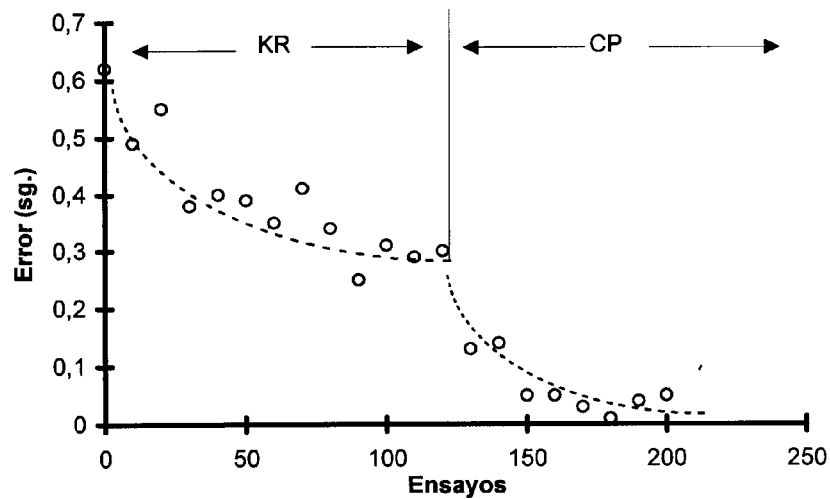


Figura 1. Error en el tiempo de movimiento en función de la práctica y el tipo de información recibida. (Hatze, 1976, en Newell y Walter, 1981).

b. Newell y sus colaboradores.

Todas estas referencias científicas sirvieron de punto de partida para que Newell y sus colaboradores iniciaran una serie de trabajos de gran valor para el desarrollo del estudio del CP. Se centran en dos temas, por un lado la búsqueda de los parámetros cinéticos y cinemáticos óptimos para el aprendizaje que serán utilizados como CP, así como la manera de presentarlo visualmente al sujeto; y por otro lado estudian la eficacia de un feedback de tipo prescriptivo comparándolo con uno de tipo descriptivo:

-1°. Optimización de los parámetros cinemáticos y cinéticos para el CP: Newell y Walter (1981) llevan a cabo una revisión de los trabajos realizados en el terreno del CP y realizan una reflexión sobre el tipo de tareas utilizadas en la investigación del CR, considerándolas excesivamente sencillas cuando lo habitual es tener que aprender tareas mucho más complicadas. Para el aprendizaje de actividades motrices más

complejas el CR es insuficiente siendo necesario proporcionar CP. Este tipo de información sobre el movimiento en sí es más útil puesto que aporta información sobre cómo abordar el siguiente intento, cosa que no ocurría con el CR.

El problema que se presenta cuando trabajamos con tareas más complejas está en que para realizar el movimiento entran en juego muchas variables, es decir, muchos grados de libertad. Newell y Walter (1981) consideran que el número de grados de libertad de una acción va a determinar los feedbacks que podemos transmitir al sujeto; entendiendo por grados de libertad el número de acciones conjuntas exigidas por el organismo, en la coordinación de los segmentos de los miembros individuales.

La cuestión básica, llegados a este punto, está en qué parámetros van a ser básicos para la ejecución y de los cuales se va a dar información al sujeto (Newell y Walter, 1981; Newell y McGinnis, 1985; Schmidt y Young, 1992; Young y Schmidt, 1991).

McGinnis y Newell (1982) hacen un esfuerzo para definir las exigencias de la tarea en términos cinemáticos. Utilizan la dinámica topológica para representar el movimiento; la posición o el movimiento de los segmentos corporales pueden ser representados entre límites o espacio vital; estos espacios pueden ser útiles para definir las exigencias cinemáticas del movimiento y de ahí poder extraer aquellas que son óptimas para transmitir al sujeto como CP. Newell y McGinnis (1985) nos proporcionan la forma de elaborar este mapa utilizando las coordenadas Euclidianas (x, y, z) para representar la relación posición-espacio-tiempo, y de esta forma poder dibujar una trayectoria del movimiento teniendo en cuenta estas tres dimensiones.

En 1985, Newell y col. utilizan una tarea isométrica consistente en aplicar una fuerza específica sobre una palanca inmóvil. Pretenden probar cuáles son los criterios óptimos exigidos por la tarea y que deben ser utilizados como CP; parten de que si el criterio es la fuerza máxima aplicada por el sujeto, basta con utilizar el CR sobre la fuerza para optimizar la ejecución; si el criterio es la producción de una curva de tiempo-fuerza, entonces la representación gráfica de la curva llevada a cabo por el sujeto será más potente que el simple CR. Los resultados no muestran diferencias entre uno y otro, siendo por tanto suficiente la utilización del CR para el aprendizaje de una tarea de estas características. En un segundo experimento y cambiando el criterio de la tarea a aprender, que ahora consistía en intentar reproducir la gráfica tiempo-fuerza, observaron que era preferible un CP gráfico de la curva tiempo-fuerza que una información de tipo discreto sobre el error total del impulso o la magnitud total del impulso producido. Con esto los autores pretenden demostrar que el tipo de feedback óptimo viene impuesto por las exigencias de la tarea.

-2º. el feedback prescriptivo: estos autores consideran que un feedback de tipo prescriptivo es lo más adecuado para el aprendizaje. El feedback prescriptivo es aquel que no sólo describe la ejecución realizada sino que además informa de cómo corregir el movimiento; y Newell y McGinnis (1985) proponen que se lleve a cabo representando gráficamente la trayectoria ideal del movimiento, superponiendo la realizada por el sujeto para que aprecie las diferencias.

Este planteamiento ha sido llevado a la práctica en múltiples ocasiones por el equipo de Newell. En 1983, Newell y col. para estudiar el aprendizaje de una tarea consistente en minimizar el tiempo de balanceo horizontal de un brazo 30° , comparan tres grupos: uno sin CR, otro con CR sobre el tiempo de movimiento y el último con CP gráfico. El grupo con CP gráfico obtiene unos tiempos de movimiento claramente menores que los otros grupos a pesar de no haber utilizado una planilla del movimiento ideal. Investigaciones posteriores de otros autores, como Wood y col. (1992), también apoyan el uso de este tipo de feedback.

Posteriormente Newell y Carlton (1987), tras observar que con una tarea donde se exige que se realice una curva tiempo-fuerza simétrica, tipo campana de Gauss, no era necesario presentar el criterio a conseguir junto con la curva realizada por el sujeto, intentaron en un segundo experimento probar con una tarea que gráficamente supone una curva asimétrica de tiempo-fuerza. Comparan dos grupos, uno con CP gráfico más el criterio a conseguir; y otro con un CP gráfico más CR del impulso total. Aquí sí aparecen diferencias, probándose la eficacia de presentar junto a la reproducción gráfica del sujeto el criterio a conseguir, lo que Newell y col. han llamado CP prescriptivo. Los autores opinan que cuando la tarea exigida es muy familiar el feedback prescriptivo no es más eficaz que el simple descriptivo.

Posteriormente otros autores, como Lanphear y col. (1991), han pretendido probar la eficacia del CP prescriptivo frente a otros tipos de feedback (CR y CP descriptivo), sin encontrar diferencias. Por otro lado, Wood y col. (1992), demuestran los beneficios de utilizar un CP prescriptivo de tipo visual frente al CR o a un CP descriptivo verbal.

Pese a que los resultados sobre el CP prescriptivo son contradictorios no se descarta su eficacia, la cuestión está en el tipo de tarea exigida y su grado de dificultad.

c. Nuevo paradigma para el estudio del CP cinemático.

Schmidt y Young (1991) observan una serie de críticas a las investigaciones realizadas hasta ahora sobre el CP: muchos de los trabajos carecen de prueba de retención, y los llevados a cabo por el grupo de Newell, aunque los consideran interesantes, sin embargo utilizan tareas isomórficas donde CP se confunde con el CR. Para intentar corregir estas deficiencias presentan un nuevo paradigma para investigar sobre el feedback cinemático en el laboratorio, utilizando una tarea similar a las realizadas habitualmente en el medio natural. Utilizan un aparato que consiste en simular el golpeo de una bola en movimiento con un bate. El sujeto puede observar el resultado del bateo. El primer paso realizado consistió en buscar el patrón cinemático óptimo y para ello estudiaron la ejecución de 10 sujetos durante 100 ensayos y 20 de retención. Una vez encontrado ese patrón entre los más hábiles, compararon los dos tipos de feedback, el CR y el CP, observando que el grupo con información cinemática sobre el movimiento obtenía mejores resultados que el que sólo obtenía CR.

Posteriormente, en 1992, Young y Schmidt siguen desarrollando su nuevo paradigma, profundizando en las distintas variables cinemáticas obtenidas del patrón óptimo (Schmidt y Young, 1991), y su efecto en el aprendizaje al ser utilizadas como CP.

Además se plantean si el CP sigue las mismas reglas que el CR; y para ello comparan tres grupos: 1º, con CP en cada ensayo; 2º, se proporcionaba un CP medio de los 5 ensayos anteriores; 3º, se utilizaba un CP medio cada 5 ensayos al principio y después se daba cada 10 un CP medio de los 5 últimos. Los resultados parecen ir en la misma dirección del CR; no hay diferencias entre los grupos con CP medio, siendo mejor su retención que el que recibe siempre información.

El estudio del CP cinético y cinemático está en plena evolución. Se está realizando un gran esfuerzo por parte de los autores para superar las dificultades metodológicas que se han presentado y hay un gran interés por encontrar la fórmula más adecuada de presentar esta información y demostrar lo que todos intuyen: su gran utilidad.

En conclusión: las tres formas mencionadas de investigar sobre el CP son perfectamente válidas. La elección de una metodología u otra dependerá de los medios o los objetivos del investigador, pues cada una incide en diversos aspectos del feedback, siendo todos ellos interesantes. Lo importante es que se avance, y que se realicen más trabajos sobre este tema tan importante dentro del aprendizaje motor.

REFERENCIAS

- ADAMS, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- ALLISON, M.G. Y AYLON, T. (1980). Behavioral coaching in the development of skills in football, gymnastics, and tennis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13, 297-314.
- BILODEAU, I.M. (1956). Accuracy of a simple positioning response with variation in the number of trials by which knowledge of results is delayed. *American Journal of Psychology*, 69, 434-437
- BILODEAU, I.M. (1966). Information feedback, E.A. Bilodeau (Ed.), *Acquisition of skill*. New York: Academic Press.
- BUZAS, H.P. y AYLON, T. (1981). Differential reinforcement in coaching tennis skills. *Behavior Modification*, Vol. 5, No. 3, 372-385.
- CAURAUGH, J.H., LIDOR, R. y GLYON, P. (1990). Verbal knowledge of results: redundant information in receptor anticipation tasks?. *Journal of Human Movement Studies*, 18, 269-277.
- DEL REY, P. (1971). The effects of video-taped feedback on form, accuracy, and latency in an open and closed environment. *Journal of Motor Behavior*, 3, 281-287.
- DEL REY, P. y LIU, X. (1990). The impact of knowledge of results with varying amounts of practice. *Journal of Human Movement Studies*, 18, 179-286.

- ENGLISH, H.B. (1942). How Psychology can facilitate military training: A concrete example. *Journal of Applied Psychology*, 26, 3-7.
- ERBAUGH, S.J. (1985). Role of visual feedback in observational motor learning of primary-grade children. *Perceptual and Motor Skills*, 60, 755-762.
- FISHMAN, S.E. y TOBEY, C. (1978). Augmented feedback. En W. Anderson and G. Barrette (Eds.), What's going on in gym: Descriptive studies of physical education classes. *Motor Skills: Theory into practice, Monograph 1*, 51-62.
- FITTERLING, J.M. y AYLLON, T. (1983). Behavioral coaching in classical ballet. Enhancing skill development. *Behavior Modification*, Vol. 7, No. 3, 345-368.
- GENTILE, A.M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3-23.
- HOWELL, M.L. (1956). Use of force-time graphs for performance analysis in facilitating motor learning. *Research Quarterly*, 27, 12-22.
- KERNODLE, M.W. y CARLTON L.G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 24, No. 2, 187-196.
- LANPHEAR, A.K., WHITALL, J., OVERBY, L.Y., TYLER, R.W. y CLARK, J.E. (1991). Comparison of four types of feedback on the golf putting task performance of novice adults. *Journal of Human Movement Studies*, 21, 201-215.
- LINDAHL, L.G. (1945). Movement analysis as an industrial training method. *Journal of Applied Psychology*, 29, 420-436.
- LIRETTE, M. y PARE, C. (1990). Analyse des feedback extrinsèques. Intervention en Education Physique et en entraînement. Bilan et perspectives. *Actes du congrès mondial de l'AISEP 1987*.
- LORGE, I. y THORNDIKE, E.L. (1935). The influence of delay in the after effect of a connection. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 186-194.
- MAGILL, R.A. y SCHOENFELDER-ZOHDI, B. (1996). A visual model and Knowledge of performance as sources of information for learning a rhythmic gymnastics skill. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 7-22.
- MAGILL, R.A. (1993b). Modeling and verbal feedback influences on skill learning. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 358-369.
- MAGILL, R.A., CHAMBERLIN C.J. y HALL K.G. (1991). Verbal knowledge of results as redundant information for learning an anticipation timing skill. *Human Movement Science*, 10, 485-507.

- NEWELL, K.M. (1976). Knowledge of results and motor learning. En *Exercise and Sports Sciences Reviews* (vol. 4). Eds. J. Keogh y R.S. Hutton. Santa Barbara, Calif. *Journal Publishing Affiliats*.
- NEWELL, K.M. y CARLTON, M.J. (1987). Augmented information feedback and the acquisition isometric tasks. *Journal of Motor Behavior*, 19, 4-12.
- NEWELL, K.M. y MCGINNIS, P.M. (1985). Kinematic information feedback for skilled performance. *Human Learning*, 4, 39-56.
- NEWELL, K.M. y WALTER, C.B. (1981). Kinematic and kinetic parameters as information feedback in motor skill acquisition. *Journal of Human Movement Studies*, 7, 235-254.
- NEWELL, K.M., SPARROW, W. y QUINN, J.T. (1985). Kinetic information feedback for learning isometric tasks. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 113-123.
- NEWELL, K.M., WALTER, C.B., QUINN, J.T., Jr. y SPARROW, W.A. (1983). Kinematic information feedback for learning a rapid arm movement. *Human Movement Science*, 2, 255-270.
- PIERON, M. (1980). Feedback (rétroaction) et modification du comportement des apprenants. Analyse en situation d'enseignement. En C. Nadeau, W.R. Halliwell, K. Newell et G. Roberts. *Psychology of Motor Behavior and Sport*, 526-534. Champaign Illinois: *Human kinetics*.
- PIERON, M. y DEVILLERS C. (1980). Multidimensional analysis of informative feedback in teaching physical activities. En G. SCHILLING y W. BAUR (eds.). *Audiovisual means in sports*. 277-284. Birkhauser Verlag.
- POULTON, E.C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- ROTHSTEIN, D. L. y ARNOLD, R.K. (1976). Bridging the gap: application of research on video-tape feedback and bowling. *Motor Skills: Theory into Practice*, 1, 35-62.
- SALMONI, A.W., SCHMIDT, R.A. y WALTER, CH.B. (1984). Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, Vol. 95, N° 3. 355-386.
- SCHMIDT, R.A. y YOUNG, D.E. (1991). Methodology for motor learning: a paradigm for kinematic feedback. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 23, No. 1, 13-24.
- SCHMIDT, R.A. (1988). *Motor learning and control. A behavioral emphasis*. 2ª ed.. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

- SIMONET, P. (1986). *Apprentissages moteurs. Processus et procédés d'acquisition*. París: Vigot.
- SIMONET, P. (1986). *Apprentissages moteurs. Processus et procédés d'acquisition*. París: Vigot.
- THOMAS, J.R., PIERCE, C. y RIDSDALE, S. (1977). Age differences in children's ability to model motor behavior. *Research Quarterly*, 48, 592-597.
- THORNDIKE, E.L. (1927). The law of effect. *American Journal of Psychology*, 39, 212-222.
- WOOD, C.A., GALLAGHER, J.D., MARTINO P.V. y ROSS, M. (1992). Alternate forms of knowledge of results: interaction of augmented feedback modality on learning. *Journal of Human Movement Studies*, 22, 213-230.
- YOUNG, D.E. y SCHMIDT, R.A. (1992). Augmented kinematic feedback for motor learning. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 24, No.3, 261-273.
- ZUBIAUR, M. (1992). El conocimiento de los resultados: logros y perspectivas. *Jornadas castellano leonesas de Psicología del deporte*. León,
- ZUBIAUR, M. (1996). *El feedback extrínseco en el aprendizaje de una respuesta motriz*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.