

# Implicaciones didácticas de la teoría del esquema en el aprendizaje y entrenamiento de la técnica deportiva

ELKIN ALBERTO ARIAS ARIAS\*

## Resumen

**S**e ilustran y discuten las principales líneas teóricas y didácticas de la teoría del esquema de Richard Schmidt. Los constructos innovadores, presentados desde el punto de vista teórico, son: el programa motor generalizado; con sus características invariantes, y el esquema motor; fundamentado en el procesamiento de informaciones relativas a condiciones iniciales, parámetros utilizados para la respuesta, feedback sensorial y resultados obtenidos. Partiendo de estos conceptos, se dan indicaciones para aplicar en la práctica, entre otras, la comprensión del movimiento, la reconsideración de los errores y la importancia de la variabilidad de la práctica.



Archivo Revista Lúdica Pedagógica

\* Docente Departamento de Acción Física Humana, Facultad de Ciencias Para la Salud. Universidad de Caldas.

**Fecha de recepción:** septiembre 17 de 2003 - **Fecha de aceptación:** octubre 14 de 2003

**Palabras clave:** programa motor, programa motor generalizado, esquema motor, feedback, destrezas abiertas, destrezas cerradas.

## Abstract

They are illustrated and discussed the main theoretical and didactic lines of the theory of Richard Schmidt scheme. The innovative constructions, presented from the theoretical point of view, is: the generalized program motor; with its invariables characteristic, and the schema motor; based in the processing of relative informations to initial conditions, parameters utilized for the sensorial feedback answer and obtained results. Starting from these concepts, indications are given to apply in the practice, among other, the understanding of the movement, the reconsideration of errors and the importance of the variability of the practice.

## Introducción

En todas las disciplinas deportivas, la técnica representa un factor determinante de la preparación; el aprendizaje y el perfeccionamiento técnico constituyen un objetivo primario del entrenamiento.

El entrenador debe estar en la capacidad de proporcionar información a los deportistas que faciliten la comprensión del proceso de aprendizaje, de programar adecuadamente las sesiones de entrenamiento dirigidas a la adquisición de la técnica, de implementar estrategias adecuadas e individualizadas de corrección de los errores.

Para incrementar la comprensión de cómo ocurren el aprendizaje y el control de la habilidad motriz, así como para utilizar estrategias eficaces de enseñanza, es esencial referirse a la teoría básica. Las diversas teorías del movimiento se proponen un *modelo* para elaborar predicciones verificables a nivel empírico, y extraer indicaciones aplicables, para estructurar, adecuadamente, la enseñanza de las habilidades motrices.

## La teoría

La *teoría del esquema* presentada en 1975 por Richard A. Schmidt (psicólogo norteamericano), ofrece una original perspectiva del análisis del movimiento y se acerca a la resolución de algunos pro-

blemas afrontados de una manera no satisfactoria por la teoría existente hasta ese momento. Schmidt, dio inicio a varias investigaciones, algunas de las cuales se refieren específicamente al ámbito deportivo.

Siendo necesaria una más amplia extensión del paradigma experimental del ámbito motor de laboratorio a situaciones de campo, las predicciones derivadas de la teoría del esquema presentan implicaciones importantes desde el punto de vista didáctico, fomentando indicaciones metodológicas aplicables al control y el aprendizaje también de habilidades técnico-deportivas.

En la teoría del esquema, dos elementos son fundamentales: el programa motor generalizado y el esquema motor.

## El programa motor generalizado

Es visto como una representación mnemónica de una clase de acciones, esto es, de un grupo de respuestas que poseen las características estructurales generales. El programa motor es considerado como una estructura abstracta en la memoria que precede las acciones y contiene los patrones de contracción y descontracción muscular que definen el movimiento (Adams, 1987). Por definición, *el programa motor*, para ejecutar el movimiento, no tiene visión del *feedback* producto de la respuesta, porque contiene un conjunto preestructurado de coman-

dos musculares capaces de ejecutar el gesto determinando cuales músculos se han de contraer, en cual orden, con que fuerza y por cuanto tiempo (Schmidt, 1991).

Schmidt (1991), elabora y enriquece el concepto de programa motor introduciendo el *programa motor generalizado*, para resolver el problema de la representación de la enorme cantidad de información que sería necesario almacenar en la memoria, si fuera necesario un programa por cada acción, y para explicar lo que ocurre cuando se realizan acciones por primera vez, sin la existencia de un programa motor previo.

El programa motor generalizado posee unas *características invariantes*, es decir, que permanecen constantes de una respuesta a otra. Determinan los elementos esenciales de una *clase de acciones*, sobre el control del programa, y definen la forma base del movimiento. Estos son representados por:

- a) Orden de los elementos: esto es, la secuencia de las contracciones musculares implicadas en un gesto.
- b) Estructura temporal: determinación de la proporción de tiempo para cada segmento del movimiento. Proporción que permanece constante aunque el tiempo total de movimiento cambie.
- c) Fuerza relativa: proporción constante entre la fuerza expresada por varios músculos que participan en las acciones, independientemente del grado de fuerza aplicada.

Son las características particulares invariantes las que definen un programa motor generalizado. En relación a éstos hay toda una categoría de movimientos con una cierta identidad de estructura y una semejanza global. Según Schmidt (1991), son estos los factores que individualizan los movimientos como pertenecientes a una clase: cuando, por ejemplo, dos movimientos poseen una estructura temporal relativa idéntica, se puede deducir que son gobernados por el mismo programa motor generalizado.

Como se verá mas adelante, estos aspectos tienen implicaciones importantes a nivel didáctico.



Por: Ricardo Neme Barrero

Un mismo programa motor debe adaptarse a situaciones específicas y las variaciones necesarias en el movimiento pertenecientes a esta clase se hacen cambiando algunos *parámetros*.

Estas especificaciones en la respuesta, modifican el programa motor existente para adaptarlo a la situación concreta; lo que cambia no son las características invariantes sino las *características superficiales* de la respuesta. Los principales parámetros son: la duración del movimiento, la fuerza aplicada y la selección de músculos específicos.

Si el programa motor generalizado posee las características invariantes del gesto deseado, será competencia del esquema, seleccionar los parámetros específicos de la respuesta para adaptar el movimiento a la situación correspondiente. De la centralidad de este concepto deriva el nombre de

*teoría del esquema*, atribuido a Schmidt, con toda su conceptualización.

El *esquema motor* puede ser considerado como un prototipo, una regla abstracta de informaciones específicas sobre miembros de una clase, una generalización de conceptos y relaciones derivadas de la experiencia, que consiste en individualizar las especificaciones necesarias para seguir una versión particular de un programa de movimiento.

Los programas motrices generalizados son el punto de partida para la fijación de esquemas motrices basados en la regulación del *feedback*.

La ejecución de un movimiento, de una técnica deportiva, no es repetida exactamente del mismo modo. Los ajustes y modificaciones al programa motor deben ser realizados constantemente para acercar la ejecución a las demandas ambientales; mientras en las disciplinas que incluyen destrezas abiertas<sup>1</sup> los procesos de adaptación a las situaciones continuamente cambiantes asumen relevancia particular con el fin de dar cumplimiento o no de los objetivos prefijados, en aquellas *destrezas cerradas*<sup>2</sup> los ajustes necesarios son mínimos, porque el ambiente de ejecución se puede considerar como relativamente estable.

Aunque el esquema motor, como el programa motor, es generalizado, los parámetros variables determinan, de repetición a repetición, el resultado de un nuevo movimiento de la misma clase.

Schmidt (1991) sostiene que después de la ejecución de un movimiento, con un programa motor generalizado, el sujeto percibe fundamentalmente cuatro tipos de informaciones relativas a:

- 1- Condiciones iniciales: informaciones sobre el estado del sistema muscular y del ambiente, después de la respuesta, como por ejemplo: posiciones del cuerpo y de las articulaciones, condiciones ambientales, etc.
- 2- Especificaciones de la respuesta para el programa motor: parámetros de fuerza, dirección, ve-

locidad, etc., adecuados a la situación.

- 3- Consecuencias sensoriales de la respuesta<sup>3</sup> producida: informaciones basadas en el *feedback* sensorial durante y después de la realización del movimiento.
- 4- Resultados del movimiento.

## Informaciones sobre el resultado obtenido

Después del movimiento, los cuatro tipos de informaciones son memorizados en el tiempo necesario para que puedan ser abstraídas algunas de las relaciones que van a constituir el esquema (gráfica 1). Con cada movimiento sucesivo de la misma clase, el esquema se va adicionando y reforzando, en relación al aumento de la precisión del *feedback* de la respuesta, al mismo tiempo va a eliminar las informaciones particulares innecesarias y resuelve así el problema de la cantidad de datos en la memoria.

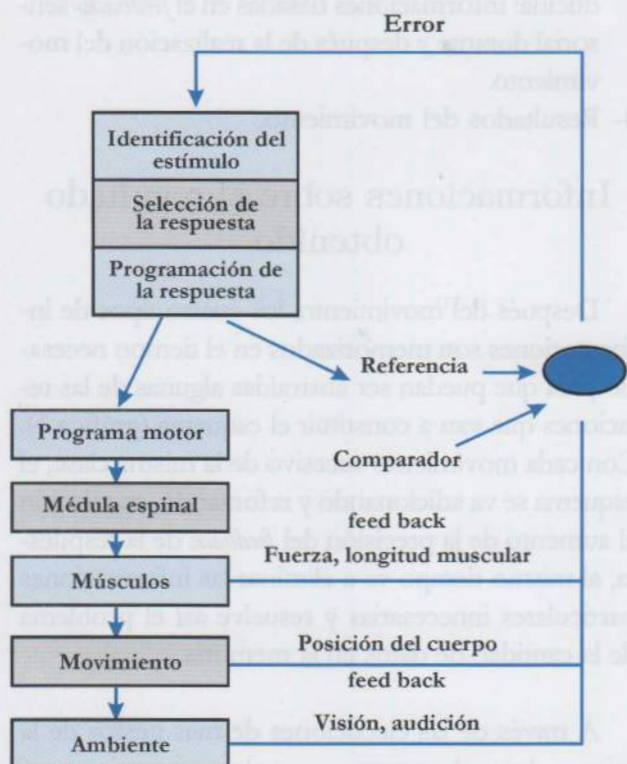
A través de las ejecuciones de mas gestos de la misma clase, el esquema se vuelve progresivamente mas rico, claro y preciso; sobre esta base pueden ser generados, posteriormente, movimientos específicos que se adaptan al primero. Schmidt distingue dos estados de memoria que se fundamentan en las relaciones establecidas entre las cuatro fuentes de información. Precisando dos aspectos del concepto mas general del esquema: el esquema de demanda y el esquema de reconocimiento (gráfica 2).

El *esquema de demanda* permite determinar una nueva respuesta seleccionada poniendo al programa motor generalizado los parámetros necesarios para la ejecución del movimiento adecuado a las necesidades del ambiente.

El *esquema de reconocimiento* es el mecanismo de referencia encargado de valorar la certeza del movimiento iniciado, confrontando el *feedback* sensorial en curso

1. Ambiente y condiciones de ejecución variables. Por ejemplo, voleo en voleibol.
2. Ambiente y condiciones de ejecución estables. Por ejemplo, salto largo en atletismo.
3. Se entiende *feedback*, como información de retorno. Se utiliza el término en inglés al no existir equivalente o término similar en español.

**Gráfica 1.** Elementos de la ejecución motriz desde el punto de vista de la teoría del esquema (Schmidt, 1991).



con el planeado y de hacer las eventuales correcciones. Esto permite prever, anticipadamente, las consecuencias sensoriales de la respuesta (*feedforward* o anticipación del *feedback*), y de confrontarlo durante y/o después del movimiento, con el *feedback* que llega; para así, obtener informaciones sobre el resultado y cada desviación entre las secuencias sensoriales planeadas y las reales para reconocerlas como errores. En cada caso de ejecución de un movimiento nuevo, para el cual no se ha formado un esquema, es probable que en las primeras tentativas no se consigan los objetivos. Se almacenan informaciones sobre las condiciones iniciales, los parámetros utilizados para la respuesta, el *feedback* sensorial y sobre los resultados obtenidos, que se demandan una y otra vez en cada ejecución posterior. Se forma así gradualmente un esquema estable por medio del cual el movimiento puede acercarse al objetivo deseado.

Como se ve, la importancia atribuida por Schmidt al programa motor generalizado no dis-

minuye la importancia del *feedback*: se observa que viene postulada la existencia de un conjunto de comandos centralizados, al grado de ejecutar autónomamente la respuesta y también de controlarla completamente cuando es muy rápida. Las informaciones derivadas de la ejecución que contiene la información y el refuerzo de esquemas de acción adecuados se comunican, para ejecuciones adaptadas a las demandas de la situación.

Por ejemplo, la observación: “el salto fue muy corto” representa una información KR, mientras: “no ha flexionado las rodillas lo suficiente en la fase inicial” es una intervención correctiva KP.

En síntesis la teoría de Schmidt considera el aprendizaje motor como la adquisición, a través de la práctica, de un *esquema de acciones*, como regla general para la ejecución variada de un cierto programa; extendiendo el concepto al contexto deportivo, el aprendizaje de un movimiento técnico consiste en el procesamiento de la información y en el perfeccionamiento del esquema del movimiento deseado.

De la impostación conceptual de la teoría del esquema se derivan algunas implicaciones importantes desde el punto de vista didáctico, que ofrecen indicaciones metodológicas válidas para el aprendizaje y control de la habilidad técnico-deportiva.

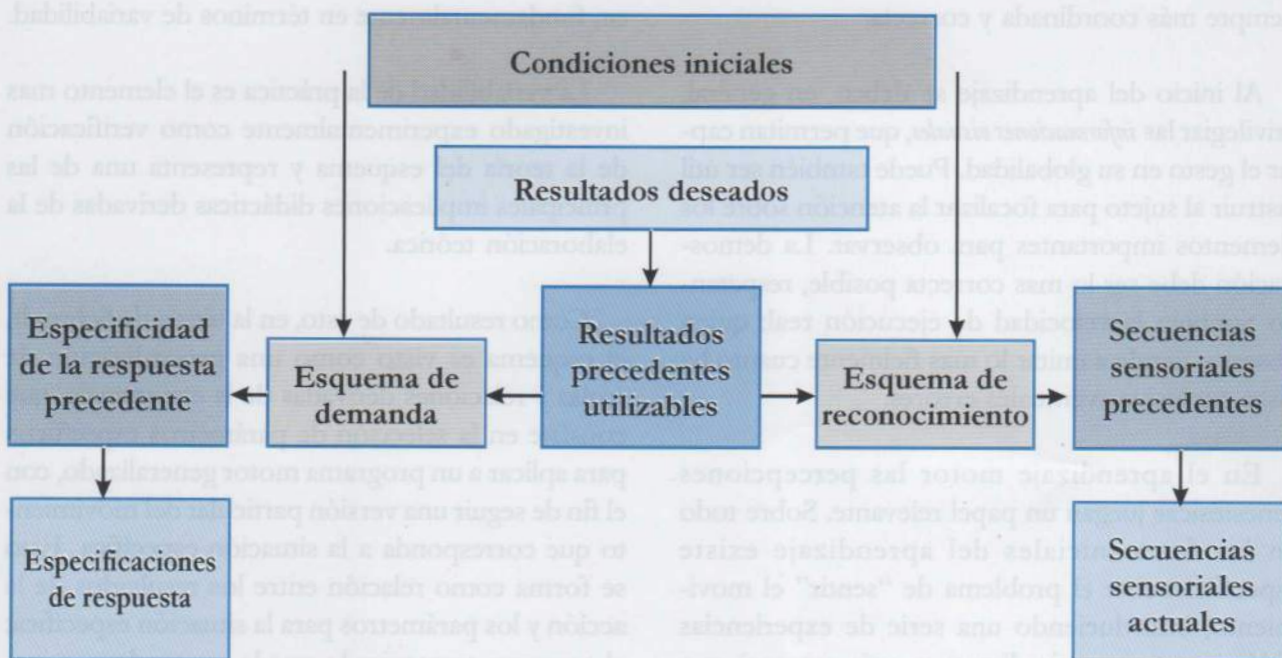
Entre las más relevantes se destacan la modalidad de informaciones para la comprensión del movimiento, el rol de la variabilidad de la práctica, la reconsideración del significado de los errores y la utilización del *feedback* durante el aprendizaje.

## Implicaciones didácticas

### La comprensión del movimiento

En la fase inicial del aprendizaje de un movimiento es importante que el sujeto comprenda el proceso que se apresta a seguir y adquiera una idea, una imagen mental de tal movimiento, para poder

Gráfica 2. Esquema de reconocimiento y de demanda en relación a varias fuentes de información (Schmidt, 1991).



construir una primera referencia de corrección, siempre mas precisa a medida que progresa la práctica; este modelo es utilizado como guía para la ejecución y como referencia para la detección y corrección de errores.

Diversos autores (Frester, 1984; Gentile, 1972; Starosta, 1987; Taylor, 1981; Martín, 1989) han delineado la importante función de la imagen mental: en el aprendizaje, ésta constituye, como programa de la ejecución motriz, un modelo al cual “ajustar” el movimiento, con funciones importantes, con el fin de llevar a cabo un aprendizaje mas rápido que consiste en anticipar detalladamente la imagen ideal de acción como un elemento esencial para servir de guía y para la corrección del movimiento durante la ejecución.

En la teoría de Schmidt la imagen mental consiste, como esquema de reconocimiento, en la anticipación de las consecuencias sensoriales y representa la referencia de corrección con la cual confrontar el *feedback* producto de la respuesta. Por ejemplo, en un estudio de White y otros (1979) se ha confirmado que cuanto mas claramente y preci-

sa puede ser imaginada una serie de movimientos, tanto mas fácilmente puede resolverse el plano de las acciones.

Al inicio del aprendizaje, el sujeto formará en su mente una imagen mas bien imprecisa del movimiento objetivo, imagen que ira precisándose y acercándose en términos poli sensoriales (auditivos, visuales, cinestésicos, tácticos, etc.) de paso con el mejoramiento de la ejecución.

Un aspecto didáctico a considerar es la información que el entrenador debe ofrecer al atleta para facilitar la comprensión del proceso y la formación de una imagen mental progresivamente mas precisa y exacta. En general, la cantidad de informaciones transmitidas debe ser limitada a la real capacidad de atención y de elaboración cognitiva, porque un exceso de estímulos obstaculiza la selección y el análisis de los aspectos relevantes del proceso. Tales características son seguramente condicionadas por la edad y por el nivel de habilidad; con jóvenes principiantes es oportuno evitar un gran número de informaciones. Mientras que aumenta el nivel de dominio de la habilidad, la calidad de la infor-

mación puede ser enriquecida y diferenciada en aspectos particulares, para así facilitar una ejecución siempre más coordinada y correcta.

Al inicio del aprendizaje se deben, en general, privilegiar las *informaciones visuales*, que permitan captar el gesto en su globalidad. Puede también ser útil instruir al sujeto para focalizar la atención sobre los elementos importantes para observar. La demostración debe ser lo más correcta posible, respetando también la velocidad de ejecución real; quien observa, tiende a imitar lo más fielmente cuanto ha visto, inclusive eventuales errores.

En el aprendizaje motor las percepciones cenestésicas juegan un papel relevante. Sobre todo en las fases iniciales del aprendizaje existe específicamente el problema de “sentir” el movimiento, introduciendo una serie de experiencias didácticas (asistencia directa o guía externa) que permiten al sujeto percibir el movimiento exacto y por tanto formarse una referencia de corrección más precisa. Schmidt (1991) sostiene que no es oportuno prolongar excesivamente la utilización de situaciones artificiales, para no crear una clase de dependencia del objeto externo, en vez de solicitar una guía del movimiento fundada en su propio *feedback* sensorial.

La utilización simultánea de más canales sensoriales, como también la exclusión o una estimulación particular de un canal, favorece la formación de una imagen mental poli sensorial, progresivamente más rica y articulada; guiando la atención sobre aspectos no fácilmente perceptibles, como por ejemplo el ritmo del movimiento. De esta manera se ayuda al deportista a perfeccionar la conciencia y el control del movimiento

### La variabilidad de la práctica

La eficacia de la cantidad de la práctica, como número de repeticiones, es comúnmente reconocida a los fines del aprendizaje y del perfeccionamiento de los movimientos técnicos. También Schmidt (1991) considera a la cantidad de repeticiones un elemento básico para formar y reforzar el esquema

de acción. La teoría del esquema enfatiza, sin embargo; en particular el rol de la calidad de la práctica, fundamentalmente en términos de variabilidad.

La variabilidad de la práctica es el elemento más investigado experimentalmente como verificación de la teoría del esquema y representa una de las principales implicaciones didácticas derivadas de la elaboración teórica.

Como resultado de esto, en la teoría de Schmidt, el esquema es visto como una generalización de reglas y relaciones derivadas de la experiencia, que consiste en la selección de parámetros específicos para aplicar a un programa motor generalizado, con el fin de seguir una versión particular del movimiento que corresponda a la situación específica. Esto se forma como relación entre los resultados de la acción y los parámetros para la situación específica; el esquema memorizado puede ser usado para seleccionar parámetros que permitan adecuarse a situaciones sucesivas, también del todo nuevas, que involucran el programa motor.

Según la teoría del esquema, mientras mayores sean las variaciones de los parámetros aplicados a un programa motor, tanto más preciso se vuelve el esquema del movimiento deseado, porque su fuerza esta en función de la gama de *feedback* experimentado.

El aprendizaje de la regla es más eficaz cuando la experiencia es más variada, que constante; por tanto, la variabilidad de la práctica, entendida como variación de los parámetros aplicados a un programa motor representa un elemento que contribuye a la formación de un esquema siempre más preciso y exacto.

El concepto de variabilidad requiere ulteriores profundizaciones, es, en general, utilizado en relación a la actividad motriz infantil para indicar, en una óptica de multilateralidad, una metodología preferencial para la adquisición de múltiples esquemas motrices. Schmidt (1991) sugiere que la aproximación a seguir, en la educación motriz de base,

sea aquella de la práctica variada de mas esquemas motrices; sostiene que los niños deben ser motivados a experimentar numerosas y diversificadas situaciones motrices a fin de adquirir un amplio bagaje de habilidades de base.

La teoría del esquema acentúa la importancia de la variabilidad de la práctica también en el aprendizaje de un movimiento específico y puede ser interesante considerar las implicaciones en el contexto del aprendizaje de la técnica deportiva.

Un primer aspecto a resaltar se refiere al diverso significado de práctica variada en función del nivel de aprendizaje.

Cuando alguien inicia el aprendizaje de un nuevo movimiento técnico, para el cual no hay disponible un esquema que pueda ser utilizado por el programa motor necesario, es probable que el objetivo no sea logrado en las primeras tentativas y que las ejecuciones resulten toscas y erradas. Tales ejecuciones son necesarias para adquirir informaciones sobre las condiciones iniciales, sobre los parámetros utilizados para la respuesta, sobre el feedback sensorial y sobre los resultados obtenidos; las informaciones van a enriquecer a cada ejecución posterior, llevando a la formación de un esquema estable por medio del cual el movimiento puede acercarse al modelo técnico deseado.

En las fases iniciales del aprendizaje, cuanto mas variadas son las experiencias relativas a un programa motor específico, tanto mas será posible consolidar el esquema de acción.

En el proceso de adquisición se ha considerado que la práctica variada no es particularmente ventajosa en el logro de objetivos inmediatos con respecto a las repeticiones constantes del movimiento criterio\*; se requiere un período de tiempo mas prolongado, pero se logra un gesto mas adecuado y preciso, sobre todo en los deportes de situaciones donde es necesario la adaptación del movimiento a situaciones múltiples. Una consecuencia importan-

te de tales constataciones es que también los errores adquieren un nuevo significado, porque en ciertos casos pueden ser considerados como un elemento que refuerza el esquema propuesto.

En la ejecución de un movimiento cada diferencia entre el valor deseado y el valor real es considerada error; cuando el movimiento es considerado error (porque no coincide con el modelo) vuelve a entrar en el programa de acción. También los errores constituyen, según la teoría de Schmidt, una variación del movimiento y, como tal, refuerza el esquema de respuesta.

En la fase inicial de aprendizaje de un movimiento, puede ser aceptada la ejecución con una diferencia relativamente amplia del modelo ideal, porque a pesar de la poca información poseída por el deportista principiante, también está en capacidad, como forma de variabilidad, de aportar experiencias que contribuyan a la formación del esquema.

Con los principiantes, sobre todo con los más jóvenes, en el aprendizaje de habilidades específicas es inicialmente oportuno simplificar el movimiento, para facilitar la adquisición de una idea primaria del movimiento, aceptando ejecuciones "suficientemente" correctas.

En la fase de perfeccionamiento de un movimiento técnico, esto es de precisión y refinamiento del esquema de acción, la utilización de la práctica variable está sujeta a otras consideraciones. La gama de variaciones en la ejecución técnica, por ser útil y no admitir informaciones redundantes, debe seguramente restringirse; esto significa que es deseada una ejecución que se acerca al modelo técnico ideal, el cual, junto con las adaptaciones necesarias a las características individuales del deportista, debe garantizar la máxima oportunidad de lograr los objetivos de la disciplina. Los errores no pueden pues representar un criterio de variabilidad, pero ésta va muy de cerca con una diversificación precisa y estable de los parámetros, al interior de la acción correcta.

\* Movimiento de competencia



La variabilidad también es considerada en función de las características de la disciplina, o sea, si la habilidad requerida es del tipo abierta (*open*) o cerrada (*closed*).

Con este propósito es útil considerar la distinción entre estímulo regulador y no regulador que Gentile (1972) propone de acuerdo a las condiciones de ejecución de un gesto; los estímulos reguladores son representados en las informaciones específicas sobre el movimiento necesario para alcanzar la meta prefijada; aquellos no reguladores son todas las otras informaciones ambientales involucradas indirectamente en la ejecución.

En las destrezas abiertas (*open-skill*), los factores reguladores están sujetos a continuas mutaciones, porque el movimiento técnico debe ser adaptado a los frecuentes cambios situacionales para el logro de los objetivos tácticos; en el baloncesto, por ejemplo, en la ejecución de un pase, el deportista debe tener en cuenta la posición de los compañeros y de los adversarios, de las posibilidades del pase en términos de velocidad y dirección, de la propia ubicación, etc. En los entrenamientos deben, entonces, prevalecer variaciones de acuerdo a las situaciones regulatorias relativas al movimiento técnico.

En las destrezas cerradas (*closed-skill*), sin embargo, los factores reguladores permanecen constantes durante la ejecución, porque están asociados a una ejecución lo más constante y precisa posible; esto es, en los deportes de gran componente técnico en donde la valoración es cualitativa y referida propiamente a la precisión del movimiento.

En las situaciones de entrenamiento es, entonces, oportuno ejercitarse manteniendo constantes los factores reguladores del movimiento, mientras la variabilidad es importante referida a los factores no reguladores. Por ejemplo, para entrenarse en el servicio del tenis dirigido hacia un punto preciso del campo, es oportuno mantener relativamente constante la posición del cuerpo, el balanceo de la raqueta, el movimiento del brazo, etc. (factores reguladores), porque estos factores permanecen constantes también en situaciones de juego.

En el servicio, sin embargo, durante un partido varían factores no reguladores como el grado de fuerza en el golpe, o el desplazamiento de las piernas; en el entrenamiento, entonces, las situaciones de variabilidad deberían referirse a tales aspectos.

La variabilidad de la práctica adecuadamente estructurada por habilidad *abierto o cerrado*, capacita al sujeto para adquirir un repertorio de respuestas de las cuales puede seleccionar aquella más eficaz para la situación específica.

En conclusión, la práctica variada es seguramente indispensable en cada nivel de habilidad en las disciplinas abiertas, progresivamente menos relevante en las disciplinas cerradas en donde puede ser asimilada por los factores no reguladores del movimiento técnico.

En la enseñanza de una habilidad deportiva, Haslam (1989) propone algunas indicaciones particularmente útiles para las disciplinas *abiertas*, una vez determinado el programa motor a ejercitar (o bien la técnica específica); pueden ser creadas situaciones variables manipulando especificaciones de respuesta relativas a factores como el espacio (dirección, trayectoria, zona del campo), la calidad del esfuerzo (intensidad, duración, grado del esfuerzo), los compañeros y los adversarios (táctica ofensiva o defensiva).

En la ejecución de un movimiento técnico específico, es importante prestar atención a no utilizar en una práctica variada movimientos controlados por diferentes programas sino utilizar diversas maneras de operar un mismo programa. Cuando se quiere reforzar un esquema de acción deben hacerse movimientos guiados hacia el mismo programa, donde las variaciones son en las diferentes especificaciones de respuesta y no en los factores invariantes; sólo ahora, de acuerdo con la teoría, el esquema de movimiento puede ser reforzado. A este propósito, para estructurar situaciones adecuadas de aprendizaje, sería importante determinar si una variación en un movimiento determina la selección de un nuevo programa o simplemente es la selec-

ción de un nuevo conjunto de parámetros para un programa dado.

Un problema didáctico es entonces aquel de identificar la clase de acciones relacionadas a un mismo programa motor, porque el conocimiento de estos aspectos permitiría programar adecuadamente la variabilidad de la práctica y maximizar los efectos de aprendizaje.

La tecnología moderna de valoraciones cuantitativas y cualitativas del movimiento han consentido, a través del estudio de tiempos de reacción, de análisis biomecánicos y de registros electromiográficos, la precisión de los ámbitos de acción de los programas motrices relativos a algunos movimientos de laboratorio, en algunas habilidades básicas (como caminar y correr) y también en algunas destrezas deportivas; son establecidas diferentes clases de acciones, en las cuales a pesar de las variaciones del movimiento, permanecen cons-

tantes las características invariantes (secuencia, tiempo relativo y fuerza relativa).

En el ámbito deportivo sería útil una extensión sistemática de estos estudios a las diversas habilidades, para individualizar adecuadas metodologías de entrenamiento. En la preparación de los deportistas, por ejemplo, vamos a utilizar elementos más pesados o más ligeros que los de la competencia; pero identificando el límite de variación ponderal en el cual la ejecución técnica sería modificada en sus características invariantes, determinando cambios en los reportes de fuerza y duración en cada fase del movimiento. En otras palabras debe evitarse una variación ponderal del movimiento que determine la implicación de un programa motor diferente a aquel deseado, esto haría, seguramente, menos eficaces las ejecuciones.

Schmidt (1991) identificó la duración relativa de un movimiento como factor determinante, para identificar una clase de acciones, y sostiene que ésta puede ser usada como una especie de *impronta digital* para reconocer un programa específico en variación del criterio; siempre que ésta característica permanezca suficientemente constante, aunque hallan variaciones de otros factores como la amplitud y la duración completa del gesto.

### Los errores

Sintetizando, en la teoría del esquema la ejecución motriz es un proceso que involucra varios componentes:

- a) Una vez establecido el objetivo, es seleccionado el programa motor generalizado necesario.



Por: Ricardo Neme Barrero

- b) En relación a las condiciones iniciales, es efectuada sobre la base de experiencias precedentes, la aplicación de los parámetros al programa seleccionado. Simultáneamente son también anticipadas las consecuencias señoriales propioceptivas y exteroceptivas.
- c) Se ejecuta el movimiento y vienen a confrontarse las informaciones resultantes del *feedback*, KB y KP, reconociendo eventuales errores y ajustando el esquema de acción.

Roy y Marteniuk (1974) han demostrado experimentalmente que, según el tipo de criterio, vamos a utilizar dos diversos tipos de procesos.

Si el movimiento es rápido, con un tiempo de duración inferior a los 200 milisegundos, el mecanismo de control de la ejecución es central y no dependiente del *feedback* (mecanismo en circuito abierto, *open-loop*), porque es necesario cierto tiempo para poder utilizar las informaciones de retorno; no es posible arreglar improvisadamente un movimiento en ejecución, o sustituirlo por uno diferente, en los primeros 200 milisegundos (tiempo de reacción). El control en circuito abierto inicia sus movimientos lentos o rápidos, y para esto último es responsable también de toda la ejecución.

Si la respuesta es lenta, se cuenta con la posibilidad de utilizar el *feedback* durante la ejecución misma, es activado un mecanismo en circuito cerrado (*closed-loop*) o *feedback* dependiente. A nivel didáctico esto adquiere relevancia con referencia a los errores y a su corrección.

En una ejecución motriz específica el deportista puede cometer dos tipos de errores: en la elección de la respuesta apropiada o en la ejecución del movimiento deseado.

En el primer caso, error en la selección de la respuesta, se ejecuta un programa inapropiado a causa de una incorrecta percepción de las condiciones iniciales: por ejemplo, en el baloncesto, una valoración errada de la trayectoria del balón puede provocar un desplazamiento defensivo que puede

ser ejecutado correctamente, desde el punto de vista técnico, pero no ser apropiado para la situación. Son considerados errores en la selección de la respuesta aquellos debidos a modificaciones de la situación en forma inesperada después del inicio del movimiento, como por ejemplo, en el fútbol un pase puede ser ineficaz (no obstante un programa motor bien ejecutado) por la imprevisible trayectoria del balón a causa del terreno accidentado. En este caso el programa es erróneo porque (aunque bien ejecutado), es inadecuado para el logro del objetivo prefijado.

En un programa iniciado correctamente puede ser considerado como un *error en la ejecución de la respuesta* a causa de un inadecuado control del movimiento. Cuando un principiante no ha adquirido bien el movimiento técnico, cuando un deportista experto no alcanza a controlar un movimiento automatizado, por factores emotivos relacionados a la situación o simplemente por ansiedad, un programa motor iniciado correctamente no es realizado de una forma perfecta.

Naturalmente los dos tipos de errores pueden ocurrir simultáneamente. Con el fin de una posible corrección, si el error es debido a la selección de la respuesta, el deportista debe iniciar un nuevo programa, puesto que ha utilizado uno no adecuado. Esta operación requiere cerca de 200 milisegundos y por tanto de un movimiento muy rápido, la corrección no es posible porque el movimiento ya ha terminado; sólo en un intento sucesivo se puede efectuar la corrección, o sea la activación de un programa correcto. Si el error se presenta durante la ejecución, no es necesario iniciar un nuevo programa, es posible realizar ajustes durante el movimiento. El tiempo de corrección debe ser muy rápido (30-50 milisegundos) para permitir modificaciones en movimientos de velocidad.

### El feedback extrínseco

Un aspecto importante de la didáctica se refiere a las informaciones que el entrenador debe proveer al deportista después de la ejecución de un movi-

miento técnico para la corrección de eventuales errores en los intentos sucesivos.

Estas informaciones provienen de fuentes externas al sujeto, es un *feedback* extrínseco, puede ser presentado en *forma cuantitativa* o en cuanto al *logro del objetivo (KR)*, también puede presentarse en *forma cualitativa* refiriéndose al modo como se ha ejecutado el movimiento (KP).

En el contexto de la teoría del esquema, el *feedback* extrínseco contribuye a la elaboración del movimiento de referencia con el cual confrontar el *feedback* intrínseco durante la ejecución, es por lo tanto bastante útil para la formación y refinamiento del esquema de acción. En el proceso de enseñanza - aprendizaje estas informaciones sucesivas a la ejecución son una variable que se puede manipular fácilmente por el entrenador, pero con diversos significados en relación a la edad y a la capacidad del sujeto. Por ejemplo, la frecuencia de la intervención correctiva debe ser mayor en la fase inicial de adquisición, cuando es necesario dirigir la atención sobre aspectos relevantes del movimiento y se debe reforzar el *feedback* extrínseco; sucesivamente es a veces oportuno disminuir la dependencia del *feedback* extrínseco a favor del intrínseco. Especialmente con los niños, la cantidad de información dada en cada intervención correctiva no puede ser excesiva, a causa de su limitada capacidad de atención y de elaboración.

Algunas investigaciones (Magill, Word, 1986; Rogers, 1974) han demostrado cómo las informaciones sobre el resultado tienen un mayor efecto sobre el aprendizaje cuando son precisas y se expresan en términos cuantitativos, con valores numéricos de los errores, que cuando son de tipo cualitativo (por ejemplo, observaciones como "justo", "lento", "mas veloz", etc.). No obstante, la precisión no debe superar un límite óptimo, determinada por la capacidad individual de procesar infor-

maciones: el KR debe ofrecer información tal que el sujeto, teniendo en cuenta su edad y grado de habilidad, esté en capacidad de utilizar efectivamente y no debe superar la capacidad de elaboración, lo cual iría en detrimento de la ejecución. Schmidt (1991), ha evidenciado la mayor eficacia de un KR sumativo respecto a un KR dado después de cada ejecución, que crea una dependencia excesiva del *feedback* extrínseco. El KR sumativo presentado cada cierto número de repeticiones, induce una elaboración mas eficaz de los estímulos relativos al movimiento facilitando así el aprendizaje.

Informaciones sobre la ejecución pueden también ser ofrecidos en términos de KP, con referencia a las características de la ejecución, son estas las observaciones del entrenador sobre la calidad del movimiento y sobre los errores cometidos que representan la modalidad mas frecuentemente usada. En las ejecuciones muy erradas, como en las de los principiantes, es oportuno identificar los errores principales y establecer un orden prioritario de correcciones; el KP debe ajustarse al sujeto y orientar su atención sobre aspectos particulares a corregir, sobre todo deben predominar las informaciones de tipo propioceptivo. El KP es particularmente importante, para el aprendizaje y el perfeccionamiento de las destrezas cerradas en las cuales el objetivo es alcanzar una ejecución estable conforme a un modelo criterio. El KR en este caso es poco informativo, mientras la atención es puesta en el desenvolvimiento de las operaciones motrices realizadas, haciendo por tanto que sea más eficaz una intervención correctiva en forma de KP.

En las destrezas abiertas, el objetivo es una adaptación a las diferentes situaciones para concretizar el resultado voluntariamente, no esta rígidamente subordinado a la precisión técnica: el KR, como conocimiento de las consecuencias del movimiento es más eficaz a los fines del aprendizaje.

## Bibliografía

- ADAMS, J. A. (1986). *Warm-decrement in performance on the pursuit rotor*. En: OÑA, Antonio. *Comportamiento Motor: bases psicológicas del movimiento humano*. (1994). Granada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.
- BORTOLI, Laura y ROBAZZA, Claudio. (1991). *Teoría dello schema de apprendimento motorio: l'apprendimento della tecnica: implicazioni didattiche della teoría dello shcema*. En: Revista Di Cultura Sportiva Sds. N°. 21, p. 63-70.
- FAMOSE, J. P. (1992). *Aprenidzaje motor y dificultad de la tarea*. Barcelona. Paidotribo.
- FRESTER, R.M. (1984). *L'allenamento ideomotorio, sds*. Revista di Cultura Sportiva. III, p. 7-9.
- GENTILE, A. M. (1972). *"A working modell of skill acquisition with aplicación to teaching"*. En: BORTOLI, Laura y ROBAZZA, Claudio. (1991). *Teoría Dello Schema de Apprendimento Motorio: L'apprendimento della tecnica: implicazioni didattiche della teoría dello shcema*. En: Revista Di Cultura Sportiva Sds. N°. 21, p. 63-70.
- HASLAM, I. R. (1989). *A movement approach to the variability of practice hypothesis*. En: BORTOLI, Laura y ROBAZZA, Claudio. (1991). *Teoría Dello Schema de Apprendimento Motorio: L'apprendimento della tecnica: implicazioni didattiche della teoría dello shcema*. En: Revista Di Cultura Sportiva Sds. N°. 21, p. 63-70.
- MAGILL, R. A. (1986). *Motor Learning: Concepts and Applications*. En: SCHMIDT, Richard. (1991). *Motor Learning and Performance: From principles to practice*. Champaign, Illinois. Human Kinetic Books.
- MARTIN, D. (1989). *Tecnica sportivae teoria dell'allenamento*, Sds. Revista Di Cultura Sportiva. t. VII. Vol. 16., p. 45-49.
- MEINEL, Kurt. (1977). *Didáctica del Movimiento*. La Habana. Orbe.
- OÑA, Antonio. (1994). *Comportamiento Motor: Bases psicológicas del movimiento humano*. Granada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.
- RIGAL, Robert. (1987). *Motricidad Humana: Fundamentos y aplicaciones pedagógicas*. Madrid. Pila Teleña.
- ROGERS, C. A. (1974). *Feedback precision and postfeedback interval duration*, En: BORTOLI, Laura y ROBAZZA, Claudio. (1991). *Teoría Dello Schema de Apprendimento Motorio: L'apprendimento della tecnica: implicazioni didattiche della teoría dello shcema*. En: Revista Di Cultura Sportiva Sds. N°. 21, p. 63 - 70.
- ROY, E. A. y MARTENIUK, R. G. (1974). *Mechanisms of control in motor performance: closed-loop versus motor programming control*. En: SCHMIDT, Richard. (1991). *Motor Learning and Performance: From principles to practice*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Books.
- SCHMIDT, Richard. (1991). *Motor Learning and Performance: From principles to practice*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Books.
- STAROSTA, W. *Alcuni problema della tecnica sportiva*, sds. En: Revista Di Cultura Sportiva. (1987). Vol. 9, p. 40 - 44.
- TAYLOR, J. (1981). *The effects of mental fitness on athletic performance*, En: Schmidt, Richard. (1991). *Motor Learning and Performance: From principles to practice*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Books.
- WHITE, K.D., ASHTON, R. y LEWIS, S. (1979). *Learning a complex skill: effects of mental practice, physical practice and imagery habilty*. En: SCHMIDT, Richard. (1991). *Motor Learning and Performance: From principles to practice*. Champaign. Illinois: Human Kinetic Books.