

# El factor variabilidad en una tarea perceptivo-motriz

## ■ CARLES VENTURA VALL-LLOVERA

Licenciado en Educación Física y Deportes.  
Licenciado en Psicología

## ■ Palabras clave

Psicología, Variabilidad, Incertidumbre, Percepción, Aprendizaje motor

## Resumen

En el artículo se presenta una investigación del efecto del factor variabilidad en una tarea perceptiva como la del lanzamiento de móviles. Se utilizó como base teórica, "el modelo de campo" propuesto por Roca (1999). La tarea consistía en lanzar diferentes balones a una cesta con un bote previo en el suelo y la variabilidad fue manipulada alterando el ran-

go de presión de las pelotas sobre una presión estándar. Los sujetos se dividieron aleatoriamente en 4 grupos. Cada uno de ellos le correspondía un rango diferente de variabilidad de la presión de los móviles: 0 %, +/-20 %, +/-40 % y +/-60 % sobre la presión estándar. Se crearon dos condiciones experimentales. En la primera condición, todos los sujetos realizaban la misma tarea motriz, sin tener oportunidad de conocer la presión de los balones antes de lanzarlos y en la segunda condición, la tarea era la misma, pero en esta ocasión los sujetos debían botar el balón en el suelo antes de lanzarlo. Los resultados obtenidos muestran una disminución en el rendimiento cuanto mayor es el grado de variabilidad en la situación de desconocimiento de la presión de las balones antes de realizar el lanzamiento, pero un rendimiento parecido en la segunda condición experimental. Estos resultados permiten explicar las variaciones en la precisión que se observan en determinadas situaciones deportivas debido al comportamiento errático o variable de elementos físicos (material, condiciones meteorológicas, etc.) y cómo se resuelve dicha variabilidad.

mite a los sujetos adquirir una serie de esquemas motores y con ello, a mejores rendimientos en condiciones de ejecución motriz novedosa (Schmidt, 1975, 1982, 1991). Shapiro y Schmidt (1982) realizaron un análisis de las investigaciones realizadas sobre el efecto de la práctica variable y concluyeron que eran más los estudios que confirmaban la hipótesis que los que la rechazaban. Sin embargo, revisiones posteriores como los de Van Rossum (1990), Ruiz (1993) y Barreiros (1991) señalan una más cautelosa consideración sobre los efectos positivos de la práctica variable, apuntando que es necesario atender a diferentes aspectos metodológicos en las investigaciones, como la naturaleza de la tarea empleada, el intervalo entre el período de práctica y el de transferencia, la edad de los participantes, etc...

Otro de los modelos teóricos que utiliza el concepto de variabilidad es el de los Sistemas Dinámicos (Kelso, 1997; Newell y Corcos, 1993). Éste, toma el concepto de variabilidad motriz –"motor variability"– como sinónimo de varianza o variación motriz –"motor variance"– (Riley y Turvey, 2002).

Se toma al organismo como un sistema dinámico y la variabilidad observada, al registrarse diferentes acciones motrices en un mismo sujeto como podrían ser lanzar un móvil o escribir, es producto de "ruido" en el sistema sensomotor (Kelso, 1997). Según este modelo, al realizar algún movimiento complejo como golpear un balón o esquiar, acciones que admiten desde un punto de vista biomecánico múltiples variaciones o grados de libertad, esto se acompaña con un incremento de la variabilidad en el movimiento. Esta variabilidad en el movimiento, lejos de ser un error o problema, es producto de un reajuste o reorganización para atender a las condiciones cam-

## ■ Abstract

*This paper reports an investigation about the effect of Variability factor in a perceptual task, like throwing a balls. Theoretical model used was "field model" proposed by Roca (1999).*

*The motor task consisted in throwing the balls into a basket with a bounce on the floor, and the variability was manipulated by altering the range of basketball pressures over a standard pressure. All subjects were assigned randomly to one of four experimental groups. Each group had a different variation rank of ball pressures – 0 %, +/-20 %, +/-40 % and +/-60% –. Two experimental condition were created. In the first experimental condition the subjects didn't have the opportunity of knowing the basketball pressure before the throwing. In the second condition, the motor task was the same, but in this experimental condition all subjects dutied bounce the balls on the floor before throwing. The results show decrease performance when variability degree increases in the first condition, but similar performane between the groups was observed in the second one. These results can explain the variations in precision that are observed in certain sport circumstances owing to erratic or variable conditions of physics elements (material, meteorology, etc.) and how this variability is determined.*

## ■ Key words

*Psychology, Variability, Uncertainty, Perception, Motor learning*

## Introducción

Se han realizado múltiples investigaciones alrededor del concepto variabilidad en el aprendizaje y el rendimiento perceptivo-motriz, con perspectivas teóricas claramente diferenciadas.

Una de las orientaciones que mayor atención ha recibido ha sido la conocida como la Teoría del Esquema (Schmidt, 1975). De ella, surge "la hipótesis de la variabilidad al practicar" (Moxley, 1979) donde se supone que variando las condiciones de práctica de una tarea motriz –como por ejemplo, variar la distancia en el lanzamiento, el peso de los móviles, etc...– per-

biantes del ambiente (Davids, Williams, Button y Court, 2001).

Como alternativa a estas orientaciones, Roca (1999) propone que para entender el comportamiento humano es necesario atender a las distintas funcionalidades en la actuación humana como son las funcionalidades física, fisiológica, psicológica y sociológica y que cada una de estas formas de animación de la naturaleza humana, conlleva factores de distinto orden que pueden explicar la variación general de aquel comportamiento. Una ilustración de ello se encuentra en el estudio de la medida del Tiempo de Reacción (TR). En una revisión hecha por Roca (1997), se plantea la existencia de tres grupos de factores diferenciados según pertenecieran a la dinámica física, fisiológica o psicológica. Está demostrado experimentalmente que el TR varía, en primer lugar por los factores físicos como pueden ser la distancia y el medio de transmisión de un estímulo. En segundo lugar, también varía según los factores relativos a la reacción sensorial tales como intensidad, duración, área de estimulación y simultaneidad, posición del estímulo respecto del órgano sensorial estimulado, etc. Junto a esta variación explicada físicamente y biológicamente, la variación explicada psicológicamente se basa en la manipulación de las características relacionales de los estímulos. A este nivel funcional, las variables o factores de campo (Roca, 1997, 1999) que explican la variación en el TR son los siguientes: duración del intervalo entre un estímulo de alerta y el estímulo elicitor, práctica en la situación de relación de aquellos estímulos, probabilidad que presentado uno aparezca el otro, etc.

Uno de los factores relevantes que explica la variación en el TR pero que, a la vez, se presenta como factor para cualquier conducta de tipo psicológico es la variabilidad. Según Roca (1999), el factor variabilidad forma parte de los factores históricos explicativos de la variación en la fuerza de una asociación y se define como “*grado de consistencia de una asociación*” (p. 165). Estudios como el de Klemmer (1956), en el que se manipulaba la incertidumbre temporal de presentación del estímulo elicitor, o el de Adams y Baultier (1964) en el que se manipulaba la consistencia relacional entre la señal de alerta y el estímulo

elicitor, creando diferentes grados de incertidumbre temporal y espacial, llegan a los mismos resultados: un menor ajuste perceptivo cuanto mayor es la variabilidad. La presente investigación toma como base teórica el modelo de campo propuesto por Roca (1999) y es continuación de otros trabajos como los de Ventura y Roca (1998) en el que se concretaba la idea de variabilidad manipulando la oscilación de un intervalo temporal entre la presentación de una señal de alerta y un estímulo elicitor. En el presente estudio se pretende analizar el papel del factor variabilidad en una tarea perceptivo motriz como es la del lanzamiento de un móvil a una cesta, con el objetivo de analizar el efecto de la aplicación de diferentes grados de variabilidad en la presión de los móviles sobre el rendimiento de enceste y a la vez, estudiar de qué manera es posible solucionar el problema de la variabilidad.

## Metodología

### Muestra

La muestra la componen 136 alumnos de primer curso del INEFC-Barcelona, 91 hombres y 45 mujeres con una media de edad de 19,85 años (DT = 0,23 y de 18,84 años (DT = 0,23), respectivamente.

### Diseño experimental

Para la investigación se utilizó un diseño factorial mixto, con una variable independiente intragrupos –con dos niveles– y una variable independiente intergrupos –con cuatro niveles– (Arnau, 1978; García, 1992).

Como variable independiente intergrupos se manipuló el grado de variabilidad en la presión de las pelotas sobre una presión estándar de 7 *psi* (unidades de libras por pulgada). Se manipularon 4 niveles: variabilidad 0 % (todas las pelotas presentaban la misma presión), variabilidad 20 % (las pelotas variaban un +/- 20 % de la presión estándar), variabilidad 40 % (el rango de variación de la presión era de un +/-40 %) y variabilidad 60 % (+/- 60 % de variación en la presión de las pelotas).

La variable independiente intragrupos fue la posibilidad o no de conocer la presión de las pelotas antes de realizar el lanzamiento

a cesta. Por ello el trabajo se realizó en dos fases. En la primera, se estudiaba el factor variabilidad sin dar la posibilidad a los sujetos de disponer de indicios perceptivos relevantes, como es en éste caso la presión de los balones; y en la segunda, se analizaba el efecto del factor variabilidad con la posibilidad de conocerla.

La variable dependiente fue la precisión en el lanzamiento, medido de la siguiente forma: 3 puntos si la pelota entraba sin tocar el aro, 2 puntos si entraba pero tocando el aro, 1 punto si tocaba el aro y 0 puntos si no tocaba el aro.

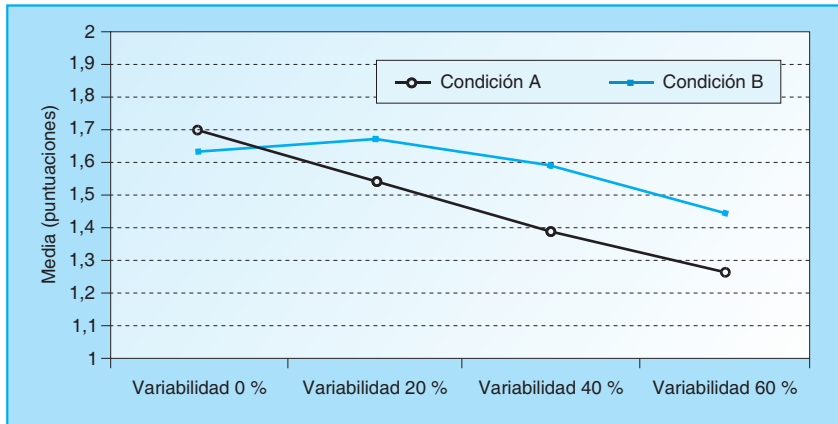
### Instrumentos

- Una cesta de hierro construida a propósito para la investigación que presentaba una base cuadrada de 50 centímetros, un aro de 44,5 centímetros de diámetro, elevado 65 centímetros de la base cuadrada sujeta mediante tres hierros verticales distribuidos uniformemente.
- Cinco pelotas de baloncesto distribuidas por la casa comercial *Spalding: Spalding official size and weight NBA indoor/outdoor* de cuero y color naranja.
- Una cinta adhesiva que se colocaba en el suelo para delimitar la zona de lanzamiento del sujeto, de 5 centímetros de ancho y 1,5 metros de longitud. La distancia entre la cinta y la base de la cesta era de 2,5 metros.
- Un barómetro para modificar y valorar las variaciones de la presión de las pelotas. El barómetro era de la marca *Lee Wang Gange*, y permitía valorar presiones de 0 a 15 *psi* con rangos de 0,1 *psi*.
- Una hoja donde se registraban los datos personales de los sujetos (nombre, sexo, edad, deporte practicado, años de práctica deportiva) y las puntuaciones obtenidas en cada ensayo.

### Procedimiento

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Psicología del INEFC de Barcelona. Cada sujeto se presentaba individualmente en el laboratorio dos veces para realizar el experimento. En la primera ocasión para estudiar el efecto del factor variabilidad sin posibilidad de obtener indicios de la presión de las pelotas y una segunda vez, en la

■ FIGURA 1.  
Representación gráfica de las medias de las puntuaciones conseguidas por cada grupo y en cada condición experimental.



cual sí se daba la posibilidad de obtener indicios de la presión de las pelotas antes de realizar el lanzamiento. Los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos:

- Al grupo 1.º (variabilidad 0 %) todas las pelotas tenían la misma presión (7 psi).
- Al grupo 2.º (variabilidad 20 %) las pelotas podían variar aleatoriamente un +/- 20 % como máximo de la presión estándar que era de 7 psi (5,6, 6,3, 7, 7,7 y 8,4 psi).
- Al grupo 3.º (variabilidad 40 %) las pelotas variaban aleatoriamente un +/- 40 % como máximo (4,2, 5,6, 7, 8,4 y 9,8 psi).
- Por último, al grupo 4.º (variabilidad 60 %) los móviles variaban aleatoriamente un +/- 60 % como máximo (2,8, 4,0, 7, 9,1 y 11,2 psi).

**Condición Experimental A**

Todos los sujetos pasaban por la situación experimental donde se les explicaba brevemente el procedimiento: “Debes colocarte delante de la cesta, detrás de la línea y en el momento que estés preparado/a coge una pelota de la caja y lánzala al suelo con las dos manos de la manera que quieras –con un bote en el suelo– para que entre después de botar en la cesta sin tocar el aro. Está prohibido botar la pelota antes de lanzarla, presionarla con las manos, pasarla de una mano a la otra; simplemente, una vez estés preparado coge la pelota y lánzala”.

**Condición Experimental B**

Todos los sujetos recibían las mismas instrucciones: “El procedimiento es el mismo que la primera vez, pero en esta ocasión antes de lanzar la pelota deberás botarla 3 veces”.

Los participantes realizaban 40 ensayos en cada una de las condiciones experimentales. Después de lanzar 5 pelotas (todas las disponibles), el experimentador las recogía y las volvía a colocar en la caja para continuar con el experimento. Cada 15 lanzamientos se hacía una pausa de 3 minutos.

**Resultados**

**Estadística descriptiva**

Se analizaron los estadísticos de tendencia central y de dispersión (media y desviación típica) de las puntuaciones obtenidas por cada uno de los grupos experimentales y en cada condición de los últimos 10 ensayos (véase tabla 1 y figura 1).

Tal y como se puede observar, hay una disminución en el rendimiento en la medida que mayor es el rango de variabilidad en la condición A, y un rendimiento más equilibrado entre los grupos en la condición B. A la vez, se aprecia una mejora en la precisión en los grupos con mayor rango de variabilidad en la condición B respecto a la condición A.

**Estadística inferencial**

Para el análisis estadístico inferencial se aplicó el Modelo General para Medidas Re-

■ TABLA 1.  
Medias y desviaciones típicas de las puntuaciones obtenidas por cada grupo y en cada condición experimental.

|             | GRUPO             | MEDIA  | D.T.   |
|-------------|-------------------|--------|--------|
| CONDICIÓN A | Variabilidad 0 %  | 1,6971 | 0,3784 |
|             | Variabilidad 20 % | 1,5412 | 0,3534 |
|             | Variabilidad 40 % | 1,3818 | 0,2555 |
|             | Variabilidad 60 % | 1,2647 | 0,3161 |
| CONDICIÓN B | Variabilidad 0 %  | 1,6343 | 0,3677 |
|             | Variabilidad 20 % | 1,6706 | 0,2540 |
|             | Variabilidad 40 % | 1,5879 | 0,2880 |
|             | Variabilidad 60 % | 1,4441 | 0,2819 |

petidas (4 grupos experimentales x 2 condiciones experimentales) de las medias de las puntuaciones obtenidas en los últimos 10 ensayos. Los resultados obtenidos muestran unas diferencias estadísticamente significativas en la interacción grupos y condiciones experimentales ( $F(3,132) = 2,998 p < 0.05$ ). En definitiva, los valores que toman los diferentes grupos, son dependientes de la condición experimental particular.

Para comprobar los efectos simples de cada condición experimental y los efectos simples de cada grupo en cada una de las condiciones experimentales, se efectuaron dos MANOVA.

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las dos condiciones en el grupo Variabilidad 0 % ( $F(1,132) = 0,81 p > 0.05$ ) ni en el grupo Variabilidad 20 % ( $F(1,132) = 3,35 p > 0.05$ ). Sin embargo, sí se observaron diferencias en los dos últimos grupos: Variabilidad 40% ( $F(1,132) = 8,25 p < 0.005$ ) y Variabilidad 60 % ( $F(1,132) = 6,45 p < 0.05$ ).

Por lo que respecta al análisis intergrupos, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ambas condiciones: A ( $F(3,132) = 11,22 p < 0.000$ ) B ( $F(3,132) = 3,70 p < 0.05$ ). Como la variable intergrupos (nivel de variabilidad) tiene 4 niveles, se realizaron contrastes particulares para observar las diferencias entre los grupos en cada condición experimental concreta. Para ello, se utilizó como estadístico de contrastes múltiples a posteriori el Tukey. Para la condición A, se ob-

servan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo Variabilidad 0 % y los grupos Variabilidad 40 % y 60 %. A la vez, se observan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo Variabilidad 20 % y Variabilidad 60 %. Para la condición B, únicamente se observan diferencias significativas entre el grupo Variabilidad 0 % y el grupo Variabilidad 60 % y el grupo Variabilidad 20 % y el grupo Variabilidad 60 %.

También se analizó la tendencia de las medias de los grupos en cada condición A y B. En ambas condiciones, las medias se ajustan a una recta: condición **A**  $F(1,132) = 38,285$   $p < 0.000$ ; condición **B**  $F(1,132) = 8,065$   $p < 0.005$ .

## Conclusión y discusión

El objetivo principal de la investigación se centraba en el análisis del factor variabilidad manipulando la variación de la presión de balones en una tarea perceptivo-motriz como la del lanzamiento, en dos condiciones experimentales: cuando no hay posibilidad de conocer la presión de los balones antes de realizar el lanzamiento y cuando sí existe ésta posibilidad.

Los resultados muestran que los valores de rendimiento entre los diferentes grupos están relacionadas con el tipo de condición experimental. En la primera condición, se observa una disminución progresiva en la precisión cuanto mayor es el grado de variabilidad o erratismo. En la segunda condición, la precisión obtenida por los diferentes grupos es más parecida, únicamente se observa una mejora significativa respecto la condición experimental anterior, sobretudo en aquellos grupos cuyo nivel de variabilidad es superior.

De esta manera se pretendía explicar situaciones que se dan en el ámbito deportivo y de qué manera se resuelven. En efecto, hay situaciones deportivas en las que el comportamiento de un móvil se vuelve errático. Por ejemplo, en tiro al plato, hay la posibilidad que el viento altere la trayectoria del plato, favoreciendo que el comportamiento de éste se convierta en imprevisible. En este caso, la variabilidad del móvil exige de los tiradores que a parte de observar la velocidad y la dirección del plato –indicios imprescindibles para anticipar la po-

sición futura del objeto (Roca, 1997, 1999)–, tengan en consideración los cambios de fuerza y dirección del viento, para poder ajustar el tiro. En golf al realizar un golpeo, es necesario atender a las características concretas del campo –estado del césped (mojado o seco)–, a las características meteorológicas –cambios en la intensidad y dirección del viento–, al comportamiento de la pelota –pérdida de su consistencia debido a su desgaste–, etc..., para conseguir ejecutar un golpe con las máximas oportunidades de éxito. Cuando los deportistas no conozcan o centren la atención en dichos elementos relevantes y que constituyen determinantes de la variabilidad, la precisión en la ejecución se verá notablemente afectada; cuanto mayor sea el nivel de variabilidad, peor será el rendimiento. Ahora bien, una de las características del alto rendimiento deportivo, y especialmente en aquellas especialidades que requieren la realización de acciones perceptivas en situaciones constantemente cambiantes, como por ejemplo las actividades deportivas que se realizan en el medio natural –piragüismo, surf, etc.–, consiste precisamente en la anticipación que hacen los deportistas respecto a los cambios en la fuerza y dirección del viento, en la fuerza de la corriente marina, etc. (Riera, 2001). Hay ocasiones pero, que las condiciones hacen imposible cualquier tipo de práctica deportiva, como cuando la dirección del viento en la práctica de la vela es tan errática que hace imposible manejar los veleros, cuando un terreno de fútbol es tan irregular que hace imposible un juego con el mínimo de precisión o cuando se pretende jugar al bádminton con corrientes de aire.

En resumen, se hace necesario asumir en primer lugar, que en el deporte existe variabilidad debido a un comportamiento errático de factores físicos (condiciones de la superficie de juego, meteorológicas, de los instrumentos), y que el rendimiento obtenido está íntimamente relacionado con el grado de variabilidad. En segundo lugar, que esta variabilidad quedará neutralizada enseñando a los deportistas a detectar los indicios relevantes. Y en tercer lugar, planteamos que pueden existir y de hecho existen situaciones de erratismo extremo de difícil configuración.

## Bibliografía

- Adams, J. A. y Boulter, L. R. (1964). Spatial and temporal uncertainty as determinants of human vigilance. *J. Exp. Psychol.*, 67, 127-131.
- Arnau, J. (1984). *Psicología experimental. Un enfoque metodológico*. México: Trillas, 5.ª ed.
- Barreiros, J. M. P. (1991). *A variabilidade das condições de prática em crianças e adultos*. Tesis Doctoral. Faculdade de Motricidade Humana. Universidad Técnica de Lisboa.
- Davids, K.; Williams, M.; Button, C. y Court, M. (2001). An integrative modeling approach to the study of intentional movement behavior. En Singer, R. N., Hausenblas, H. A. y Janelle, C. M. (eds.), *Handbook of sport psychology*. (pp. 144-173). New York: John Wiley & Sons., 2.ª ed.
- García, M. A. (1992). *El método experimental en la investigación psicológica*. Barcelona: PPU, 2.ª ed.
- Kelso, J. A. S. (1997). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge: MIT Press.
- Klemmer, E. T. (1956). The uncertainty in simple reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 169-184.
- Moxley, S. E. (1979). Schema: Variability of practice hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 11, 65-70.
- Newell, K. M. y Corcos, D. M. (eds.) (1993). *Variability and motor control*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Riera, J. (2001). Habilidades deportivas, habilidades humanas. *Apunts. Educación Física y Deportes*, (64), 46-53.
- Riley, M. A. y Turvey, M. T. (2002). Variability and determinism in motor behavior, *Journal of Motor Behavior*, 34, 2, 99-125.
- Roca, J. (1997). Tiempo de reacción en el deporte. En J. Cruz (ed.), *Psicología del deporte*. (pp. 43-74). Madrid: Síntesis.
- *Psicología: una introducción teórica* [en línea]. Barcelona: Liceu Psicològic, 2004. Disponible en: [http://www.liceupsicologic.org/es\\_autIesp.htm](http://www.liceupsicologic.org/es_autIesp.htm) [Consulta: 3 junio 2004].
- Ruiz, L. M. (1993). *El papel de la práctica en el desarrollo de la competencia motriz infantil: La hipótesis de la variabilidad*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R. A. (1982). *Motor control and learning: A behavioral analysis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. (1991). *Motor learning and performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Shapiro, D. C. y Schmidt, R. A. (1982). The schema theory: Recent evidence and developmental implications. En J. A. S. Kelso y J. Clark (eds.), *The development of movement control and co-ordination*. (pp. 113-150). New York: John Wiley & Sons.
- Van Rossum, J. H. A. (1999). Schmidt's schema theory: the empirical base of the variability of practice hypothesis. *Human Movement Science* (9), 387-435.
- Ventura, C. y Roca, J. (1998). Factores explicativos de la variación cuantitativa en la orientación temporal. *Apunts. Educación Física y Deportes* (53), 8-32.