

# El factor variabilitat en una tasca perceptivomotriu

■ **CARLES VENTURA I VALL-LLOVERA**

Llicenciat en Educació Física i Esports.  
Llicenciat en Psicologia

■ **Paraules clau**

Psicologia, Variabilitat, Incertesa, Percepció, Aprenentatge Motor

## Resum

A l'article es presenta una investigació de l'efecte del factor variabilitat en una tasca perceptiva com ara el llançament de mòbils. Es va utilitzar com a base teòrica, "el model de camp" proposat per Roca (1999). La tasca consistia a llançar diferents pilotes a una cistella amb un bot previ a terra i la variabilitat va ser manipulada

alterant el rang de pressió de les pilotes sobre una pressió estàndard. Els subjectes es van dividir aleatòriament en 4 grups. A cadascun li corresponia un rang diferent de variabilitat de la pressió dels mòbils: 0 %, +/-20 %, +/-40 % i +/-60 % sobre la pressió estàndard. Es van crear dues condicions experimentals. En la primera condició, tots els subjectes realitzaven la mateixa tasca motriu, sense tenir l'oportunitat de conèixer la pressió de les pilotes abans de llançar-les i en la segona condició, la tasca era la mateixa, però en aquesta ocasió els subjectes havien de botar la pilota a terra abans de llançar-la. Els resultats obtinguts mostren una disminució en el rendiment com més gran és el grau de variabilitat en la situació de desconeixement de la pressió de les pilotes abans de realitzar el llançament, però un rendiment semblant en la segona condició experimental. Aquests resultats permeten d'explicar les variacions en la precisió que s'observen en determinades situacions esportives a causa de la conducta erràtica o variable d'elements físics (material, condicions meteorològiques, etc.) i com es resol aquesta variabilitat.

ment, el pes dels mòbils, etc.– permet als subjectes adquirir un seguit d'esquemes motors i amb això, accedir a millors rendiments en condicions d'execució motriu nova (Schmidt, 1975, 1982, 1991). Shapiro i Schmidt (1982) van fer una anàlisi de les investigacions realitzades sobre l'efecte de la pràctica variable i van concloure que eren més els estudis que confirmaven la hipòtesi que els que la rebutjaven. Tanmateix, revisions posteriors com els de Van Rossum (1990), Ruiz (1993) i Barreiros (1991) assenyalen una consideració més cautelosa sobre els efectes positius de la pràctica variable, tot indicant que cal parlar d'aspectes metodològics en les investigacions, com ara la naturalesa de la tasca utilitzada, l'interval entre el període de pràctica i el de transferència, l'edat dels participants, etc.

Un altre dels models teòrics que utilitza el concepte de variabilitat és el dels Sistemes Dinàmics (Kelso, 1997; Newell i Corcos, 1993). Aquest, pren el concepte de variabilitat motriu –"motor variability"– com a sinònim de variància o variació motriu –"motor variance"– (Riley i Turvey, 2002).

Es pren a l'organisme com un sistema dinàmic i la variabilitat observada, en enregistrar-se diferents accions motrius en un mateix subjecte, com ara llançar un mòbil o escriure, és producte de "soroll" en el sistema sensoriomotor (Kelso, 1997). Segons aquest model, la realització d'algun moviment complex com copejar una pilota o esquiar, accions que des d'un punt de vista biomecànic admeten múltiples variacions o graus de llibertat, va acompanyada per un increment de la variabilitat en el moviment. Aquesta variabilitat en el moviment, lluny de ser un error o problema, és producte d'un reajustament o reorganització per adaptar-se a

## 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*

## Introducció

S'han realitzat múltiples investigacions al voltant del concepte variabilitat en l'aprenentatge i el rendiment perceptivomotriu, amb perspectives teòriques clarament diferenciades.

Una de les orientacions que més atenció ha rebut ha estat la coneguda com la Teoria de l'Esquema (Schmidt, 1975). D'aquesta teoria sorgeix "la hipòtesi de la variabilitat en practicar" (Moxley, 1979) on se suposa que variant les condicions de pràctica d'una tasca motriu –com per exemple, variar la distància en el llança-

les condicions canviants de l'ambient (Davids, Williams, Button i Court, 2001). Com a alternativa a aquestes orientacions, Roca (1999) proposa que per entendre la conducta humana cal parlar esment a les diferents funcionalitats en l'actuació humana, com ara les funcionalitats física, fisiològica, psicològica i sociològica i que cadascuna d'aquestes formes d'animació de la naturalesa humana comporta factors de diferent ordre que poden explicar la variació general d'aquella conducta. Una il·lustració d'aquest fet es troba en l'estudi de la mesura del Temps de Reacció (TR). En una revisió feta per Roca (1997), es planteja l'existència de tres grups de factors diferenciats segons si pertanyen a la dinàmica física, fisiològica o psicològica. Està demostrat experimentalment que el TR varia, en primer lloc pels factors físics, com ara la distància i el mitjà de transmissió d'un estímul. En segon lloc, també varia segons els factors relacionats a la reacció sensorial, com ara intensitat, durada, àrea d'estimulació i simultaneïtat, posició de l'estímul respecte de l'òrgan sensorial estimulat, etc. Al costat d'aquesta variació explicada físicament i biològicament, la variació explicada psicològicament es basa en la manipulació de les característiques relacionals dels estímuls. A aquest nivell funcional, les variables o factors de camp (Roca, 1997, 1999) que expliquen la variació en el TR són els següents: durada de l'interval entre un estímul d'alerta i l'estímul elicitor, pràctica en la situació de relació d'aquells estímuls, probabilitat que si es presenta l'un hi aparegui l'altre, etc. Un dels factors rellevants que explica la variació en el TR però que, alhora, es presenta com a factor per a qualsevol comportament de tipus psicològic és la variabilitat. Segons Roca (1999), el factor variabilitat forma part dels factors històrics explicatius de la variació en la força d'una associació i es defineix com a "grau de consistència d'una associació" (pàg. 165). Estudis com el de Klemmer (1956), en el qual es manipulava la incertesa temporal de presentació de l'estímul elicitor, o el d'Adams i Baulter (1964) en què es manipulava la consistència relacional entre el senyal d'alerta i l'estímul elicitor i es creaven diferents graus d'incertesa temporal i espacial, arri-

ben als mateixos resultats: un menor ajust perceptiu com més gran és la variabilitat. La nostra investigació pren com a base teòrica el model de camp proposat per Roca (1999) i és continuació d'altres treballs, com els de Ventura i Roca (1998), on es concretava la idea de variabilitat manipulant l'oscil·lació d'un interval temporal entre la presentació d'un senyal d'alerta i un estímul elicitor. En aquest estudi es pretén d'analitzar el paper del factor variabilitat en una tasca perceptivomotriu com ho és el llançament d'un mòbil a una cistella, amb l'objectiu d'analitzar l'efecte de l'aplicació de diferents graus de variabilitat en la pressió dels mòbils sobre el rendiment d'encistellada i estudiar, alhora, de quina manera és possible solucionar el problema de la variabilitat.

## Metodologia

### Mostra

La mostra la componen 136 alumnes de primer curs de l'INEFC-Barcelona, 91 homes i 45 dones, amb una mitjana d'edat de 19,85 anys (DT = 0,23 i de 18,84 anys (DT = 0,23) respectivament.

### Disseny experimental

Per a la investigació es va utilitzar un disseny factorial mixt, amb una variable independent intragrups –amb dos nivells– i una variable independent intergrups –amb quatre nivells– (Arnau, 1978; García, 1992).

Com a variable independent intergrups es va manipular el grau de variabilitat en la pressió de les pilotes sobre una pressió estàndard de 7 psi (unitats de lliures per polzada). Es van manipular 4 nivells: variabilitat 0 % (totes les pilotes presentaven la mateixa pressió), variabilitat 20 % (les pilotes variaven un +/-20 % de la pressió estàndard), variabilitat 40 % (el rang de variació de la pressió era d'un +/-40 %) i variabilitat 60 % (+/-60 % de variació en la pressió de les pilotes).

La variable independent intragrups va ser la possibilitat o no de conèixer la pressió de les pilotes abans de realitzar el llançament a cistella. Per això el treball es va realitzar en dues fases. En la primera, s'estudiava el factor variabilitat sense donar la possibili-

tat als subjectes de disposar d'indicis perceptius rellevants, com ho és, en aquest cas, la pressió de les pilotes; i en la segona, s'analitzava l'efecte del factor variabilitat amb la possibilitat de conèixer-la.

La variable dependent va ser la precisió en el llançament, mesurat de la forma següent: 3 punts si la pilota entrava sense tocar el cercol, 2 punts si entrava, però tocant el cercol, 1 punt si tocava el cercol i 0 punts si no tocava el cercol.

### Instruments

- Una cistella de ferro construïda expressament per a la investigació, que presentava una base quadrada de 50 centímetres, un cercol de 44,5 centímetres de diàmetre, elevat 65 centímetres de la base quadrada subjecta mitjançant tres ferros verticals distribuïts uniformement.
- Cinc pilotes de bàsquet distribuïdes per la casa comercial Spalding: *Spalding official size and weight NBA indoor/outdoor* de cuir i de color taronja.
- Una cinta adhesiva que es col·locava a terra per delimitar la zona de llançament del subjecte, de 5 centímetres d'ample i 1,5 metres de longitud. La distància entre la cinta i la base de la cistella era de 2,5 metres.
- Un baròmetre per modificar i valorar les variacions de la pressió de les pilotes. El baròmetre era de la marca *Lee Wang Gange*, i permetia de valorar pressions de 0 a 15 psi amb rangs de 0,1 psi.
- Un full on s'enregistraven les dades personals dels subjectes (nom, sexe, edat, esport practicat, anys de pràctica esportiva) i les puntuacions obtingudes en cada assaig.

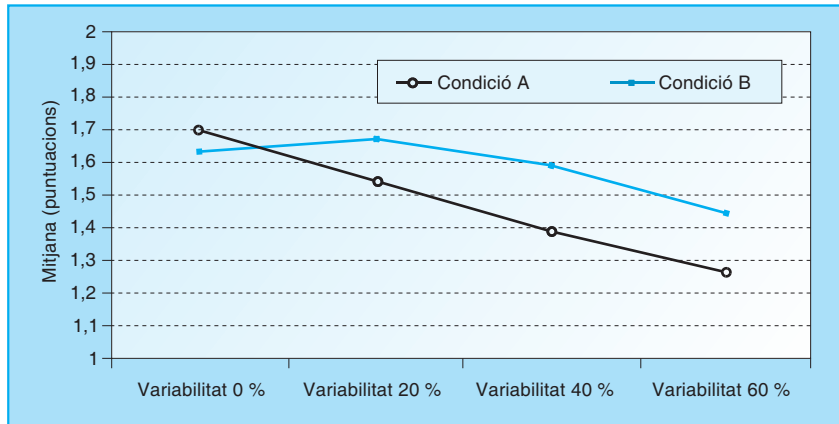
### Procediment

La investigació es va desenvolupar al Laboratori de Psicologia de l'INEFC de Barcelona.

Cada subjecte es presentava individualment al laboratori dues vegades per realitzar l'experiment. En la primera ocasió per estudiar l'efecte del factor variabilitat sense possibilitat d'obtenir indicis de la pressió de les pilotes, i una segona vegada en la qual sí que es donava la possibilitat d'obte-

**FIGURA 1.**

Representació gràfica de les mitjanes de les puntuacions aconseguides per cada grup i en cada condició experimental.



nir indicis de la pressió de les pilotes abans de realitzar el llançament.

Els subjectes van ser distribuïts aleatòriament en quatre grups:

- Al grup 1r (variabilitat 0 %) totes les pilotes tenien la mateixa pressió (7 psi).
- Al grup 2n (variabilitat 20 %) les pilotes podien variar aleatòriament un +/-20 % com a màxim de la pressió estàndard, que era de 7 psi (5,6, 6,3, 7, 7,7 i 8,4 psi).
- Al grup 3r (variabilitat 40 %) les pilotes variaven aleatòriament un +/-40 % com a màxim (4'2, 5'6, 7, 8'4 i 9'8 psi).
- Finalment, al grup 4t (variabilitat 60 %) els mòbils variaven aleatòriament un +/-60 % com a màxim (2,8, 4,0, 7, 9,1 i 11,2 psi).

### Condició Experimental A

Tots els subjectes passaven per la situació experimental on se'ls explicava breument el procediment: "Has de col·locar-te davant de la cistella, darrere la línia i en el moment que estiguis preparat/da agafa una pilota de la capsa i llança-la a terra amb les dues mans, de la manera que vulguis –amb un bot a terra–, perquè després de botar entri a la cistella sense tocar el cercol. Està prohibit fer botar la pilota abans de llançar-la, pressionar-la amb les mans, passar-la d'una mà a l'altra; simplement, tan bon punt estiguis preparat agafa la pilota i llança-la".

### Condició Experimental B

Tots els subjectes rebien les mateixes instruccions: "El procediment és el mateix que la primera vegada, però en aquesta ocasió abans de llançar la pilota hauràs de fer-la botar 3 vegades".

Els participants realitzaven 40 assaigs en cada una de les condicions experimentals. Després de llançar 5 pilotes (totes les disponibles), l'experimentador les recollia i les tornava a col·locar a la capsa per continuar amb l'experiment. Cada 15 llançaments es feia una pausa de 3 minuts.

## Resultats

### Estadística descriptiva

Es van analitzar els estadístics de tendència central i de dispersió (mitjana i desviació típica) de les puntuacions obtingudes per cada un dels grups experimentals i en cada condició dels últims 10 assaigs (vegeu taula 1 i figura 1).

Tal com es pot observar, hi ha una disminució en el rendiment, a mesura que el rang de variabilitat és més gran, en la condició A, i un rendiment més equilibrat entre els grups en la condició B. Alhora, es registra una millora en la precisió en els grups amb un rang de variabilitat més alt en la condició B respecte de la condició A.

### Estadística inferencial

Per a l'anàlisi estadística inferencial es va aplicar el Model General per a Mesures Repetides (4 grups experimentals x 2 con-

**TAULA 1.**

Mitjanes i desviacions típiques de les puntuacions obtingudes per cada grup i en cada condició experimental.

	GRUP	MITJANA	D.T.
CONDICIÓ A	Variabilitat 0 %	1,6971	0,3784
	Variabilitat 20 %	1,5412	0,3534
	Variabilitat 40 %	1,3818	0,2555
	Variabilitat 60 %	1,2647	0,3161
CONDICIÓ B	Variabilitat 0 %	1,6343	0,3677
	Variabilitat 20 %	1,6706	0,2540
	Variabilitat 40 %	1,5879	0,2880
	Variabilitat 60 %	1,4441	0,2819

dicions experimentals) de les mitjanes de les puntuacions obtingudes en els últims 10 assaigs. Els resultats obtinguts mostren unes diferències estadísticament significatives en la interacció grups i condicions experimentals ( $F(3,132) = 2,998$ ,  $p < 0.05$ ). Al capdavant, els valors que prenen els diferents grups, són dependents de la condició experimental particular.

Per comprovar els efectes simples de cada condició experimental i els efectes simples de cada grup en cadascuna de les condicions experimentals, es van efectuar dues MANOVA.

No es van obtenir diferències estadísticament significatives entre les dues condicions en el grup Variabilitat 0 % ( $F(1,132) = 0,81$ ,  $p > 0.05$ ) ni en el grup Variabilitat 20 % ( $F(1,132) = 3,35$ ,  $p > 0.05$ ). Tanmateix, sí que es van observar diferències en els dos últims grups: Variabilitat 40 % ( $F(1,132) = 8,25$ ,  $p < 0.005$ ) i Variabilitat 60 % ( $F(1,132) = 6,45$ ,  $p < 0.05$ ).

Pel que fa a l'anàlisi intergrups, es van obtenir diferències estadísticament significatives en totes dues condicions: A ( $F(3,132) = 11,22$ ,  $p < 0.000$ ) B ( $F(3,132) = 3,70$ ,  $p < 0.05$ ). Com que la variable intergrups (nivell de variabilitat) té 4 nivells, es van realitzar contrastos particulars per observar les diferències entre els grups en cada condició experimental concreta. Per fer-ho, es va utilitzar com a estadístic de contrastos múltiples a posteriori el Tukey. Per a la condició A, s'observen diferències estadísticament significatives entre el grup Variabilitat 0 % i els

grups Variabilitat 40 % i 60 %. Alhora, s'observen diferències estadísticament significatives entre el grup Variabilitat 20 % i Variabilitat 60 %. Per a la condició B, únicament s'observen diferències significatives entre el grup Variabilitat 0 % i el grup Variabilitat 60 % i el grup Variabilitat 20 % i el grup Variabilitat 60 %.

També es va analitzar la tendència de les mitjanes dels grups en cada condició A y B. En ambdues condicions, les mitjanes s'ajusten a una recta: condició **A**  $F(1,132) = 38,285$   $p < 0.000$ ; condició **B**  $F(1,132) = 8,065$   $p < 0.005$ .

## Conclusió i discussió

L'objectiu principal de la investigació se centrava en l'anàlisi del factor variabilitat, manipulant la variació de la pressió de pilotes en una tasca perceptivomotriu, com ara el llançament, en dues condicions experimentals: quan no hi ha possibilitat de conèixer la pressió de les pilotes abans de realitzar el llançament i quan sí que existeix aquesta possibilitat.

Els resultats mostren que els valors de rendiment entre els diferents grups es troben relacionats amb el tipus de condició experimental. En la primera condició, s'observa una disminució progressiva en la precisió com més gran és el grau de variabilitat o erratisme. En la segona condició, la precisió obtinguda pels diferents grups és més semblant, únicament s'observa una millora significativa respecte de la condició experimental anterior, sobretot en els grups que tenen el nivell de variabilitat superior.

D'aquesta forma es pretenia d'explicar situacions que es donen en l'àmbit esportiu i de quina manera es resolen. En efecte, hi ha situacions esportives en les quals la conducta d'un mòbil es torna erràtica. Per exemple, en tir al plat, hi ha la possibilitat que el vent alteri la trajectòria del plat, cosa que afavoreix que la conducta d'aquest esdevingui imprevisible. En aquest cas, la variabilitat del mòbil exigeix dels tiradors que, a banda d'observar la velocitat i la direcció del plat –indicis imprescindibles per anticipar la posició futura de l'objecte (Roca, 1997, 1999)–, tinguin en consideració els canvis de força i direcció del vent, per poder ajustar el tret. En golf, en realitzar un cop, cal parar esment a les

característiques concretes del camp –estat de la gespa (mullada o eixuta)–, a les característiques meteorològiques –canvis en la intensitat i direcció del vent–, a la conducta de la pilota –pèrdua de la consistència a causa del desgast– etc., per aconseguir d'executar un cop amb les màximes oportunitats d'èxit. Quan els esportistes no coneixen aquests elements rellevants i que són determinants de la variabilitat o no hi paren atenció, la precisió en l'execució es veurà notablement afectada; com més gran sigui el nivell de variabilitat, pitjor serà el rendiment. Ara bé, una de les característiques de l'alt rendiment esportiu, i especialment en les especialitats que requereixen la realització d'accions perceptives en situacions canviants constantment, com per exemple les activitats esportives que es realitzen en el medi natural –piragüisme, surf, etc.–, consisteix precisament en l'anticipació que fan els esportistes respecte als canvis en la força i direcció del vent, en la força del corrent marí, etc. (Riera, 2001). Hi ha ocasions, però, en què les condicions fan impossible qualsevol mena de pràctica esportiva, com ara quan la direcció del vent, en la pràctica de la vela, és tan erràtica que fa impossible manejar els velers, quan un terreny de futbol és tan irregular que fa impossible un joc amb el mínim de precisió o quan es pretén de jugar al bàdminton amb corrents d'aire.

En resum, cal assumir, en primer lloc, que en l'esport existeix variabilitat a causa d'una conducta erràtica de factors físics (condicions de la superfície de joc, meteorològiques, dels instruments), i que el rendiment obtingut es troba relacionat íntimament amb el grau de variabilitat. En segon lloc, que aquesta variabilitat quedarà neutralitzada ensenyant els esportistes a detectar els indicis rellevants. I en tercer lloc, plantejarem que poden existir, i de fet existeixen, situacions d'erratisme extrem, de difícil configuració.

## Bibliografia

Adams, J. A. i 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*. Mèxic: Trillas, 5a 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. i Court, M. (2001). An integrative modeling approach to the study of intentional movement behavior. A R. N. Singer, H. A. Hausenblas i C. M. Janelle (eds.), *Handbook of sport psychology*. (pàgs. 144-173). New York: John Wiley & Sons., 2a ed.

García, M. A. (1992). *El método experimental en la investigación psicológica*. Barcelona: PPU, 2a 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. i Corcos, D. M. (eds.) (1993). *Variability and motor control*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Riera, J. (2001). Habilidad esportiva, habilidades humanas. *Apunts. Educació Física i Esports*, (64), 46-53.

Riley, M. A. i 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. A J. Cruz (ed.), *Psicología del deporte*. (pàgs. 43-74). Madrid: Síntesis.

– *Psicología: una introducción teórica* [en línia]. Barcelona: Linceu Psicològic, 2004. Disponible a: [http://www.linceupsicologic.org/ca\\_aut1cat.html](http://www.linceupsicologic.org/ca_aut1cat.html) [Consulta: 3 juny 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. i Schmidt, R. A. (1982). The schema theory: Recent evidence and developmental implications. A J. A. S. Kelso i 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. i Roca, J. (1998). Factors explicatius de la variació quantitativa en la orientació temporal. *Apunts. Educació Física i Esports* (53), 18-32.