

## LA NOSTRA PORTADA



*Rosa Serra és l'artista que més vegades ha ocupat la nostra portada. Avui ho fa amb l'escultura d'un poderós saltador de perxa. Aquesta obra ha permès aparellar l'Art i la Ciència en l'article que tot seguit publiquem.*

*Aprofitem l'avinentsa per explicar que aquest any 2006 ens hem proposat presentar en les Nostres Portades quatre escultures d'autors catalans.*

*Recordem que Francisco Pérez Mateo, autor de l'escultura que va aparèixer en el número 83, primera portada de l'any, havia nascut a Barcelona.*

## La força de la Rosa Serra

**XAVIER BALIUS I MATAS**

*Llicenciat en Educació Física.*

*Màster en Ciències de l'Esport (Biomecànica).*

*Departament de Biomecànica. CAR de Catalunya*

Hi ha teories que descriuen la relació d'un moviment esportiu correctament realitzat amb una expressió matemàtica, utilitzant el nombre  $\Phi$  (Fi), cànon de bellesa, com a resultat d'una fórmula que respon a un seguit de paràmetres que descriuen el moviment estèticament bell o bonic, segons el criteri de qui el contempla.

La biomecànica de l'esport té com a objectiu descriure i explicar la tècnica esportiva des del punt de vista de la física mecànica. La biomecànica, doncs, té com a fita objectivar, quantificar, com és de correcte un gest esportiu, per tal d'assolir-ne la millor execució possible.

En alguns esports, per exemple en la gimnàstica rítmica o en la nàutica sincronitzada, s'apel·la sovint a l'estètica del gest. Des del punt

de vista del reglament d'aquests esports, la lleugeresa, l'amplitud, i per què no dir-ho, la "gràcia" amb què és realitzat el gest, poden esdevenir part de la clau de l'èxit en una competició, però també podrien ser part de l'èxit en una representació de dansa, una de les belles arts.

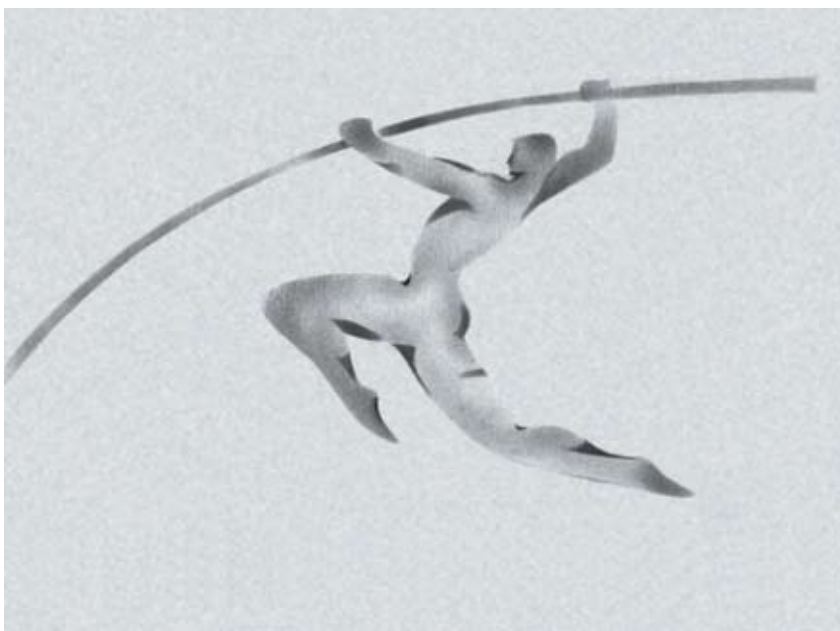
En un altre nivell, trobem paràmetres d'avaluació del moviment que, tot i ser elements purs de la física mecànica, són sovint utilitzats des d'un punt de vista subjectiu: és el cas de la força. A diferència dels paràmetres que esmentàvem mes amunt, la valoració subjectiva es realitza des de la pròpia experiència: quan un moviment ens sembla que s'ha fet amb força és perquè interiorment busquem en la nostra experiència referències que ho justifiquen. La percepció de l'estètica

és relativa al "sentiment de bell", que s'obté de la lleugeresa i la "gràcia", però és diferent de la percepció de "càrrega" en el sentit de força. Tal com afirmàvem al paràgraf anterior, la força, que s'avalua en un/ una gimnasta per determinar-ne l'èxit, pot ser vàlida també per avaluar l'èxit d'una art gràfica, com la fotografia, o una art plàstica, com l'escultura.

L'escultura de la Rosa Serra, fotografiada a la nostra portada (*figura 1*), i esbossada al dibuix de la *figura 2*, ens suggereix força. D'una banda, perquè els segments del cos de l'atleta representat, quadrats i arrodonits, són del volum d'una persona amb força física. D'altra banda, perquè només la força pot doblegar la perxa. Però, també, perquè el moment escollit per representar el



▲  
**Figura 1**  
Fotografia de l'escultura de Rosa Serra.



▲  
**Figura 2**  
Esbós de l'escultura de Rosa Serra.

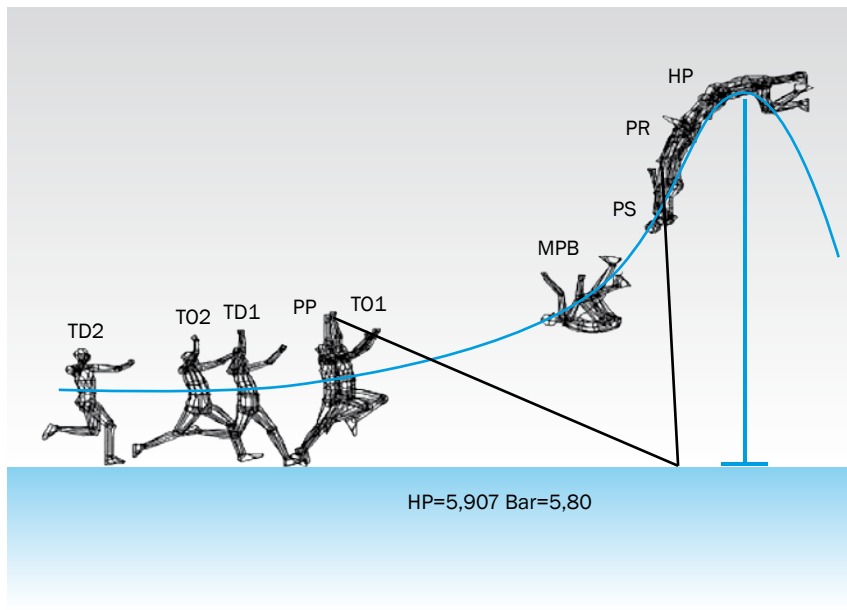
saltador de perxa és, mecànicament parlant, un dels moments en què la força és més fonamental per tenir èxit en el salt.

Des del punt de vista de la biomecànica de l'esport, l'objectiu del saltador de perxa és situar el seu centre de masses (cm) a la màxima alçada, amb l'ajuda de la perxa, alhora que realitza una rotació, que li permeti superar el llistó de manera segura amb totes les parts del cos. La perxa, fabricada en fibra de vidre en la realitat, cal flexionar-la clavant-la en un caixetí situat mes o menys a sota del llistó, després d'una cursa a molta velocitat. Després d'aquesta acció i gràcies a la capacitat de restitució de la perxa, aquesta es redreçarà i permetrà al saltador situar el cos "cap-per-avall" en el moment de màxim impuls de la perxa, preparant-lo per sobrepassar el llistó amb una certa rotació del cos sencer.

A la seriació de la *figura 3* podem observar alguns dels instants considerats clau i que separen les diferents fases en què es pot dividir el salt de perxa.

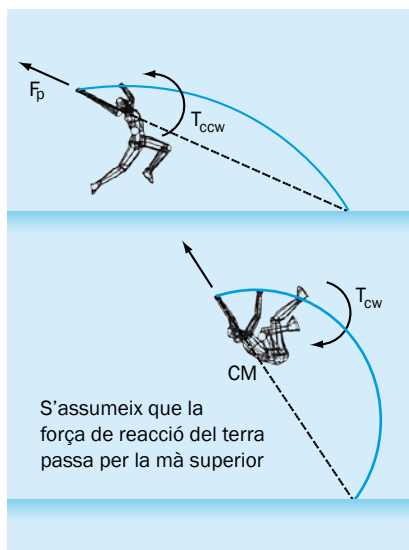
És evident que en diferents moments d'aquestes fases és produeixen situacions on l'aplicació de força és important. En tots aquests casos, l'habilitat del saltador en combinació amb aquesta força, determinarà l'èxit del salt.

Però, posats a analitzar la tècnica esportiva i la mecànica del saltador de la Rosa Serra, podem constatar que, com a bona observadora, l'escultora aprofita, de la realitat del salt, allò que dóna força a l'obra. Tanmateix, hi afegeix, des del seu punt de vista estètic, allò que li dóna la lleugeresa i l'amplitud que



**Figura 3**

Cinegrama del salt de perxa. Moments clau de descripció del gest: TD2 - impacte (touch down) del peu al penúltim contacte, TO2 - enlairament (take off) del peu al penúltim contacte, PP - plantada de la perxa (pole plant), TD1 - impacte (touch down) del peu a l'últim contacte, TO1 - enlairament (take off) del peu a l'últim contacte, MPB - flexió màxima de la perxa (maximum pole bend), PS - extensió de la perxa (pole straight), PR - solta de la perxa (pole release), HP - alçada màxima del cm (peak height of cm) (2).



**Figura 4**

Refet d'Angulo, i altres. Torque (Moment de força) generat per la perxa sobre el saltador durant la fase de recolzament.  $F_p$  és la força de reacció del terra sobre la perxa;  $T_{ccw}$  és el moment de força en contra de les agulles del rellotge;  $T_{cw}$  és el moment de força a favor de les agulles del rellotge (2).

tar el saltador: el moment en què l'atleta deixa de tenir contacte amb el terra.

Observant una altra vegada la figura 3, podem veure que entre l'instant TO1 (take off - enlairament) i l'MPB (maximum pole bend - màxima flexió de la perxa) no hi tenim representat cap dibuix. Aquesta és la primera part de la fase tècnica anomenada de "vol lliure", que acaba en el moment PR (pole release - solta de la perxa). En aquesta fase, després d'haver assolit la màxima velocitat en la cursa d'aproximació, i després d'haver "clavat" bruscament la perxa contra el caixetí de plantada, el saltador ha d'adaptar els moviments del cos a la reacció de flexió i redreçament de la perxa.

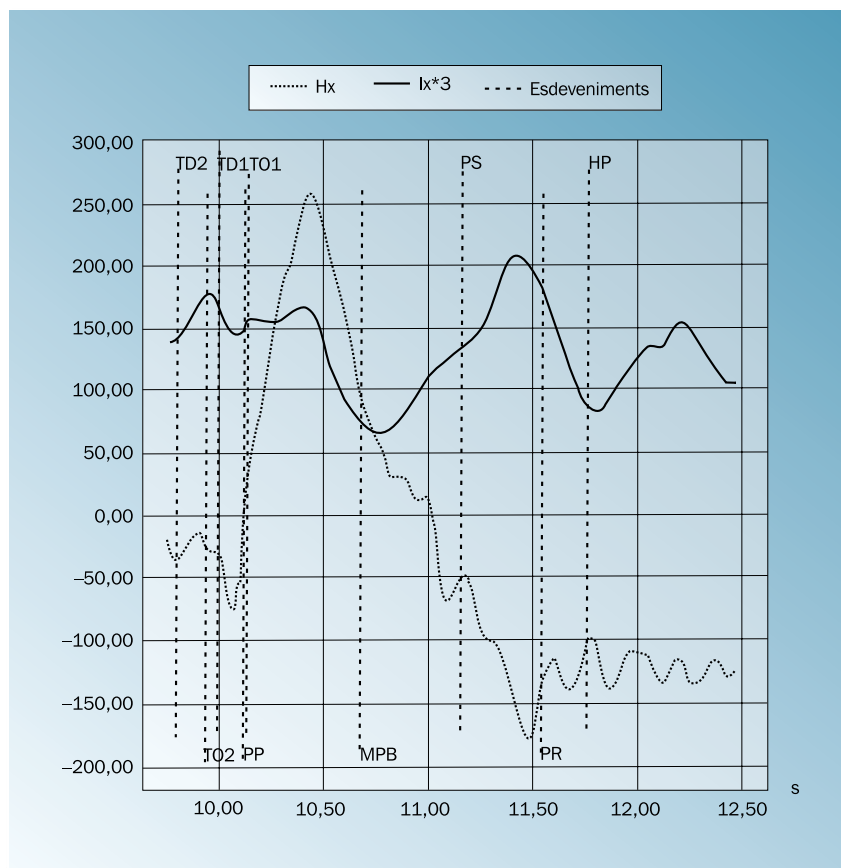
En el moment que la perxa és clavada al caixetí, la mà superior que l'agafa realitza una força cap a terra, mentre que la mà inferior realitza una força cap amunt per facilitar que la perxa es vincli. Just al mateix instant, el saltador executa un salt vertical, intentant de mantenir la velocitat horitzontal del seu cm. El saltador s'enlaira i des d'aquest moment ha d'aconseguir passar d'una posició amb el cos estirat i amb tendència a fer una rotació sobre el seu cm en contra de les agulles del rellotge ( $T_{ccw}$ ), a una posició molt característica del salt de perxa, agrupada i amb tendència a fer la rotació a favor de les agulles del rellotge ( $T_{cw}$ ) (figura 4). El/la lector/a podrà entendre la durada d'aquesta fase si s'imagina ell/ella mateix/a agafat a la barra d'un autobús que arrenca i frena de manera sobtada.

Aquesta tendència del cos a fer

una rotació pot explicar-se biomecànicament amb el moment angular: l'energia de rotació d'un cos que gira a l'aire. El moment angular depèn de la massa del cos del saltador, del seu radi de rotació (més alt, si està estirat, que si està agrupat) i de la velocitat amb què gira.

Observem ara la gràfica de la figura 5. Si ens fixem en els moments esmentats abans podrem veure que immediatament després de TO1 la corba representada per Hx (el moment angular) incrementa ràpidament el seu valor. Ara ens agradaria que el/la lector/a fes l'exercici d'imaginar-se ell/ella mateix/a realitzant un salt mortal. Què li diria la intuïció? Realitzaria el salt mortal amb el cos totalment estirat o agrupat? Probablement la resposta que ens donaria seria que el mortal el faria agrupat, perquè sembla que és més fàcil realitzar-lo amb el cos en posició agrupada. De fet, en gimnàstica esportiva es puntua millor un mortal, o un doble mortal, planxat (amb el cos completament estirat) que no pas un d'agrupat, precisament per premiar aquesta dificultat.

Tornant al salt de perxa, el que està passant és que, en els primers instants d'enlairar-se, el saltador ha de realitzar un esforç molt gran per tal de poder controlar l'energia de rotació i disminuir-la agrupant el cos. De fet, si seguim observant la gràfica podrem veure com, després d'aquest màxim valor del moment angular, aquest baixa fins a  $0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ , moment de màxim agrupament del cos i moment en què es transforma de manera definitiva la trajectòria horitzontal del cos en vertical, i canvia a valors negatius,



**Figura 5**

Hx és el moment angular d'un salt amb perxa, Ix és el moment d'inèrcia o el producte del radi de rotació del cos i la seva massa. Els moments clau (esdeveniments) indicats per les línies discontinües són els mateixos que els de la figura 3.

instant en què el cos torna a estirar-se en un sentit de diferent rotació.

Per a la Rosa Serra, l'instant escollit per representar de la manera més estètica el saltador de perxa és just l'instant en què aquest s'enlaira de terra. És just en aquest moment quan les extremitats del saltador abasten més espai, i quan l'escultora pot aportar els tocs personals que donaran força a l'obra: membres grossos i forts en posició de velocitat i amplitud de moviment. El que l'escultora a més intueix, i diem intueix, perquè ens consta que mai no ha provat de realitzar un salt de perxa, és que en aquest instant el

saltador ha de resistir l'impacte de la perxa contra el caixetí de plantada i, sense deixar-la anar, ha d'aconseguir controlar l'energia de rotació amb tot el cos estès. La intuïció dels artistes de trobar els instants que han d'aportar força a la seva obra els converteix en veritables analistes del moviment.

## Referències

- Angulo, R.; Kinzler, S.; Balius, X.; Turró, C.; Caubet, J.; Escoda, J. i Prat, J. (1994). Biomechanical Analysis of the Pole Vault Event. *Journal of Applied Biomechanics*, (10), pàg. 147-16
- Institut d'Estudis Catalans. Diccionari de la Llengua Catalana. Primera edició: Barcelona, 1995.