

NUESTRA PORTADA



Rosa Serra es la artista que en más ocasiones ha ocupado nuestra portada. Hoy lo hace con la escultura de un poderoso saltador de pértiga. Esta obra ha permitido intentar aparejar el Arte y la Ciencia en el artículo siguiente.

Aprovechamos la ocasión para explicar que este año 2006 nos hemos propuesto presentar en nuestras portadas esculturas de autores catalanes.

Recordemos que Francisco Pérez Mateo, autor de la primera portada de este año, había nacido en Barcelona.

La fuerza de Rosa Serra

XAVIER BALIUS I MATAS

Licenciado en Educación Física.

Master en Ciencias de Deporte (Biomecánica).

Departamento de Biomecánica. CAR de Catalunya

Existen teorías que describen la relación de un movimiento deportivo correctamente realizado con una expresión matemática, utilizando el número Φ (Fi), canon de belleza, como el resultado de una fórmula que responde a una serie de parámetros que describen el movimiento estéticamente bello o bonito, según el criterio de quien lo contempla.

La biomecánica del deporte tiene como objetivo describir y explicar la técnica deportiva desde el punto de vista de la física mecánica. La biomecánica, por lo tanto, tiene como punto de mira objetivar y cuantificar cómo es de correcto un gesto deportivo para poder conseguir la mejor ejecución posible.

En algunos deportes, por ejemplo en la gimnasia rítmica o en la natación sincronizada, se apela con frecuencia a la estética del gesto. Desde el punto de vista del reglamento

de estos deportes, la ligereza, la amplitud y, por qué no decirlo, la "gracia" con la que el gesto se realiza, pueden llegar a ser parte de la clave del éxito en una competición, pero también podrían ser parte del éxito en una representación de danza, una de las bellas artes.

A otro nivel, encontramos parámetros de evaluación del movimiento que aún siendo elementos puros de la física mecánica, son con frecuencia utilizados desde un punto de vista subjetivo: es el caso de la fuerza. A diferencia de los parámetros que mencionábamos más arriba, la valoración subjetiva se realiza desde la propia experiencia: cuando un movimiento nos parece que se ha realizado con fuerza es porque interiormente buscamos en nuestra experiencia referencias que lo justifiquen. La percepción de la estética es relativa al "sentimiento de belle-

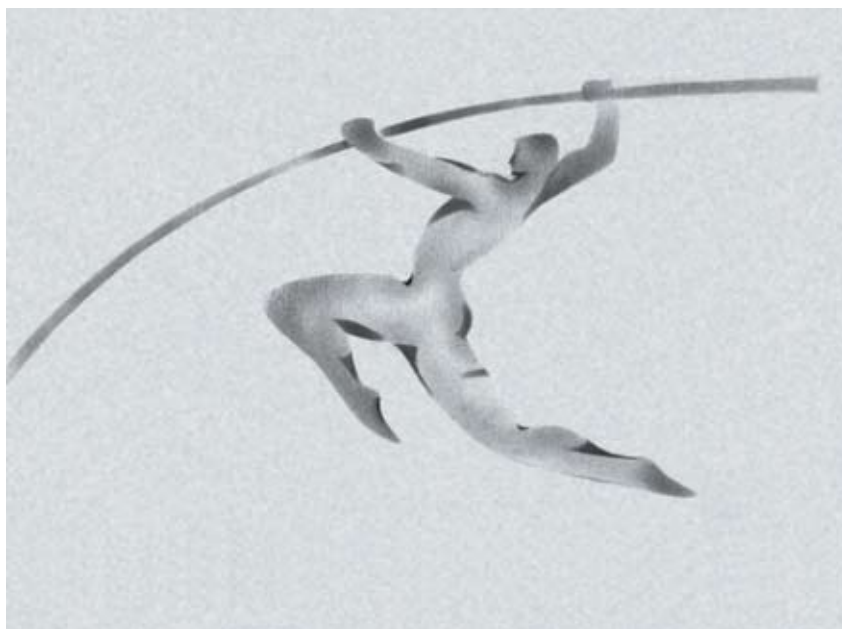
za", que se obtiene de la ligereza y la "gracia", pero es diferente a la percepción de "carga" en el sentido de fuerza. Tal como sucedía en el párrafo anterior, la fuerza, que se evalúa en un/una gimnasta para determinar su éxito, puede ser válida también para evaluar el éxito de un arte gráfico como la fotografía, o de un arte plástico como la escultura.

La escultura de Rosa Serra, fotografiada en nuestra portada (*figura 1*), y esbozada en el dibujo de la *figura 2*, nos sugiere fuerza. Por un lado, porque los segmentos del cuerpo del atleta representado –cuadrados y redondeados– son del volumen de una persona con fuerza física. Por otro lado, porque únicamente la fuerza puede doblegar la pértiga; pero también porque el momento elegido para representar el saltador de pértiga es, mecánicamente hablando, uno de los momentos en



▲
Figura 1

Fotografía de la escultura de Rosa Serra.



▲
Figura 2

Boceto de la escultura de Rosa Serra.

que la fuerza es más fundamental para tener éxito en el salto.

Desde el punto de vista de la biomecánica del deporte, el objetivo del saltador de pértiga es situar su centro de masas (CM) a la máxima altura con la ayuda de la pértiga, a la vez que realiza una rotación que le permite superar el listón de manera segura con todas las partes de su cuerpo. La pértiga, fabricada en fibra de vidrio, debe doblarse plantándola en un cajón situado más o menos por debajo del listón, después de una carrera a mucha velocidad. Después de esta acción, y gracias a su capacidad de recuperación, la pértiga recuperará la vertical permitiendo al saltador situar su cuerpo con la cabeza hacia abajo en el momento de máximo empuje de la pértiga, preparándolo para superar el listón.

En la seriación de la *figura 3*, podemos observar algunos de los instantes considerados clave y que separan las diferentes fases en que puede dividirse el salto de pértiga. Es evidente que en diferentes momentos de estas fases, se producen situaciones en las que la aplicación de fuerza es importante. En todos estos casos la habilidad del saltador, en combinación con esta fuerza, determinará el éxito del salto.

Pero, puestos a analizar la técnica deportiva y la mecánica del saltador de Rosa Serra, podemos constatar que, como buena observadora, la escultora aprovecha de la realidad del salto aquello que le da fuerza a la obra. Sin embargo, le añade desde su punto de vista estético, aquello que le da la ligereza y la amplitud que normalmente no encontramos en un

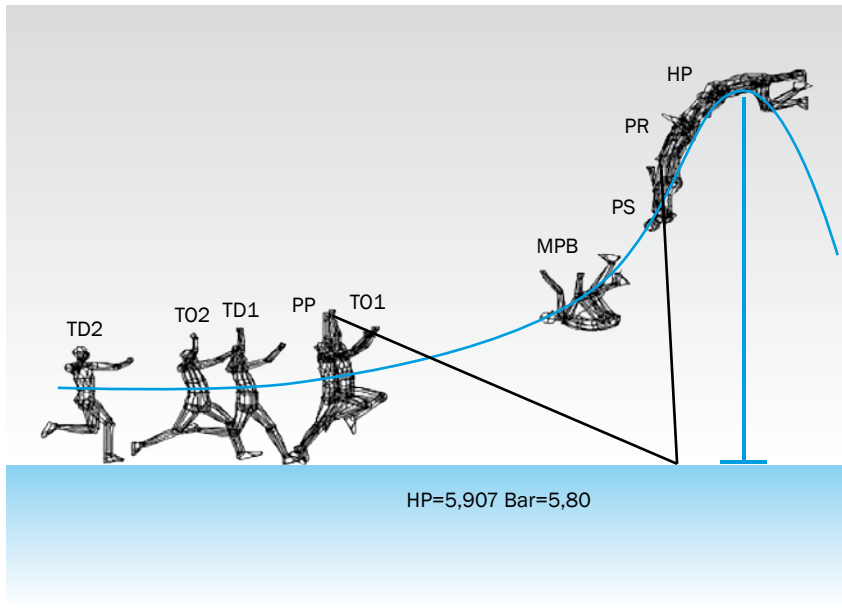


Figura 3

Cinegrama del salto de pértiga. Momentos clave de descripción del gesto: TD2 - impacto (touch down) del pie en el penúltimo contacto, TO2 - elevación (take off) del pie en penúltimo contacto, PP - plante de la pértiga (pole plant), TD1 - impacto (touch down) del pie en el último contacto, TO1 - elevación (take off) del pie en el último contacto, MPB - doblamiento máximo de la pértiga (maximum pole bend), PS - extensión de la pértiga (pole straight), PR - suelta de la pértiga (pole release), HP - altura máxima del CM (peak height of CM) (2).

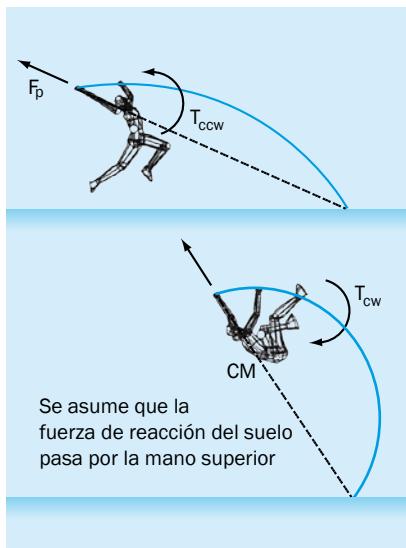


Figura 4

Tomado de Angulo y otros. "Torque" (Momento de fuerza) generado por la pértiga sobre el saltador durante la fase de soporte. F_p es la fuerza de reacción del suelo sobre la pértiga; T_{ccw} es el momento de fuerza en contra de las agujas del reloj; T_{cw} es el momento de fuerza a favor de las agujas del reloj (2).

momento en que el atleta deja de tener contacto con el suelo.

Observando de nuevo la figura 3, podremos ver que entre el instante TO1 (take off-despegue) y el MPB (maximum pole bend-doblamiento máximo de la pértiga) no tenemos representado ningún dibujo. Esta es la primera parte de la fase técnicamente denominada de "vuelo libre", que acaba en el momento PR (pole release-suelta de la pértiga). En esta fase, después de haber conseguido la máxima velocidad en la carrera de aproximación y después de haber "clavado" súbitamente la pértiga contra el cajón de plante, el saltador debe adaptar los movimientos del cuerpo a la reacción de la pértiga.

En el momento que la pértiga es plantada en el cajón, la mano superior que la agarra realiza una fuerza hacia el suelo, mientras que la mano inferior realiza una fuerza hacia arriba para facilitar que la pértiga se doble. Justo en el mismo instante el saltador ejecuta un salto vertical intentando mantener la velocidad horizontal de su CM. El saltador se eleva y desde este instante debe conseguir pasar de una postura con el cuerpo estirado y con tendencia a rotar sobre su CM, al contrario de las agujas del reloj (T_{ccw}), a una postura muy característica del salto de pértiga, agrupada y con tendencia a rotar a favor de las agujas del reloj (T_{cw}) (figura 4). El lector podrá comprender la dureza de esta fase si se imagina él mismo agarrado a la barra de un autobús que arranca y frena de manera súbita.

Esta tendencia del cuerpo a rotar puede explicarse biomecánicamente con el momento angular: la energía

de rotación de un cuerpo que gira en el aire. El momento angular depende de la masa del cuerpo del saltador, de su radio de rotación (más alto si está estirado que si está agrupado) y de la velocidad a la que gira.

Observemos ahora la gráfica de la *figura 5*: Si nos fijamos en los momentos antes mencionados podremos ver que inmediatamente después de TO1 la curva representada por Hx (el momento angular) incrementa rápidamente su valor. Ahora le pediríamos al lector que se imaginase a sí mismo realizando un salto mortal. ¿Qué le diría la intuición? ¿Realizaría el salto mortal con el cuerpo totalmente estirado o agrupado? Probablemente la respuesta que nos daría sería que lo haría agrupado, porque esta parecería la postura más adecuada para realizarlo. De hecho, en gimnasia deportiva se puntúa mejor un mortal, o un doble mortal, "planchado" (con el cuerpo completamente estirado) que uno agrupado, precisamente para premiar esta dificultad.

Volviendo al salto de pértiga, lo que está sucediendo es que en los primeros instantes de elevarse el saltador ha de realizar un esfuerzo muy grande para poder controlar la energía de rotación y aminorarla agrupando su cuerpo. De hecho, si seguimos observando la gráfica, podremos ver como después de este máximo valor del momento angular, este descende hasta 0 Kg·m²/s, momento de máximo agrupamiento del cuerpo y momento en el cual se transforma de manera definitiva la trayectoria horizontal del cuerpo en vertical, y cambia a valores negativos, instante en que el cuerpo

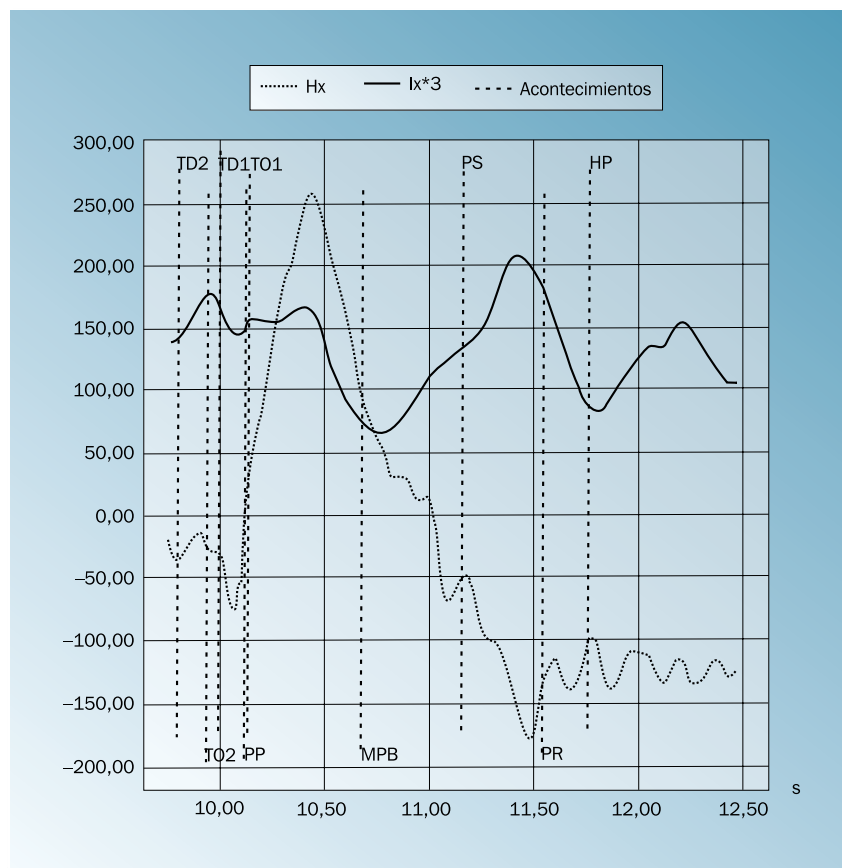


Figura 5

Hx es el momento angular de un salto de pértiga, Ix es el momento de inercia o el producto del radio de rotación del cuerpo y su masa. Los momentos clave (Acontecimientos) indicados por las líneas discontinuas son los mismos que los de la *figura 3*.

vuelve a estirarse en un sentido de diferente rotación.

Para Rosa Serra, el instante escogido para representar de la manera más estética el saltador de pértiga es justo el instante en que este se eleva del suelo. Es precisamente en este momento cuando las extremidades del saltador abarcan más espacio, y cuando la escultora puede aportar los toques personales que darán fuerza a la obra: miembros gruesos y fuertes en postura de velocidad y amplitud de movimiento. Lo que la escultora, además, intuye –y decimos intuye porque nos consta que nunca ha intentado realizar un salto

de pértiga– es que en este instante el saltador tiene que resistir el impacto de la pértiga contra el cajón de plante y, sin soltarla, debe conseguir controlar la energía de rotación con todo su cuerpo extendido. La intuición de los artistas para encontrar los instantes que aportarán fuerza a su obra los convierte en verdaderos analistas del movimiento.

Referencias

- Angulo, R.; Kinzler, S.; Balius, X.; Turró, C.; Caubet, J.; Escoda, J.; Prat, J. (1994). Biomechanical Analysis of the Pole Vault Event. *Journal of Applied Biomechanics*, (10), pàg. 147-165.
 Institut d'Estudis Catalans. Diccionari de la Llengua Catalana. Primera edició: Barcelona, 1995.