

El efecto Ronaldo
Xavier Aguado Jódar
José Luis López Elvira

Los golpes con efecto han sido estudiados desde hace tiempo. Algunos deportes como el tenis, tenis de mesa, golf, béisbol, cricket, baloncesto y fútbol, entre otros, comparten lanzamientos y golpes de balones y bolas que realizan trayectorias que parecen imposibles. Se trata del conocido principio de Bernouilli aplicado a cuerpos de perfil circular, que giran en sus desplazamientos, en lo que se conoce como efecto Magnus. Los objetos que describen los efectos no han de ser necesariamente balones; también podrían ser, por ejemplo, platos voladores (*frisbee*) y otros.

En el fútbol, los lanzamientos de faltas y los saques de esquina se prestan a ser lanzados con efecto. Aquí lo importante no es imprimir la máxima velocidad posible al balón, sino la habilidad para golpearlo con la precisión necesaria. El efecto se encarga de sortear las barreras por el lateral o por arriba, también vence la imposibilidad de meter gol en una trayectoria lineal desde saque de esquina. El efecto despista a defensas y portero, y sorprende al público. Las trayectorias, que parecen caprichosas o endiabladas, sin embargo se conocen cada vez mejor desde el punto de vista físico y biomecánico. Algunos de los buenos futbolistas tienen en su haber grandes goles logrados con efecto. Por ejemplo, el de Roberto Carlos, desde muy lejos, en el Francia-Brasil del 97, o el de David Beckham en 2001, también en un lanzamiento de falta, del partido de clasificación Inglaterra-Grecia para el Mundial de Corea y Japón. Este último puede verse junto a explicaciones físicas y aplicaciones del efecto Magnus en otros deportes (<http://www.sep.org.uk/samples/physicsspin/run.swf>).

Los estudios realizados en los últimos años han usado la cinemática para obtener información tanto del balón como del chute. Del balón se han analizado las trayectorias, velocidades y número de vueltas por unidad de tiempo. Por otro lado, se han reproducido las condiciones en túneles de viento, en los que se han calculado los coeficientes aerodinámico (C_x) y de sustentación, de los balones ante diferentes regímenes de circulación del aire a su alrededor. Finalmente, mediante la ayuda de ordenadores, ecuaciones y toda la información recopilada, se han logrado representar de forma gráfica y numérica las presiones que el aire genera en torno al balón y que son las responsables de las modificaciones de su trayectoria.

El gol con efecto, que metió Ronaldo en el Vélodrome, contra el Olympique de Marsella es de esos goles para recordar. El lanzamiento de falta se realizó a 35 m de portería y el balón abandonó su bota derecha, con un ángulo de salida de 25° , girando en un eje inclinado y a una velocidad nada desdeñable (cercana a los 100 kilómetros a la hora). A los 15 m de distancia, el balón vio debajo suyo la barrera, pero como llevaba 2,53 m de altura no tuvo problemas en franquearla. A partir de ahí, empezó a descender empujado hacia abajo por la fuerza del efecto. Igual que lo hacen las bolas del *drive liftado* de Nadal, después de pasar la red a más altura que nadie, para meterse después a tiempo dentro de la pista. El balón del chute de Cristiano descendió aún más rápido de lo que cabría esperar porque en esos instantes llevaba una velocidad algo superior a 80 kilómetros a la hora. Y es ahí cuando los balones entran en “crisis aerodinámica”. La capa límite, que era turbulenta y lo envolvía mejor por atrás (con menor succión o rebufo) cuando llega la crisis aerodinámica pasa a ser laminar y se desprende antes creando mayor rebufo. Por ello el balón empeoró de repente su C_x encontrando una barrera que le frenó de golpe, le hizo descender rápido y engañó al portero. El balón de Ronaldo llegó a portería cuando apenas habían transcurrido 1,44 s de vuelo, tras ser tocado por el portero francés, que lo elevó ligeramente. Y aún así, llegó a 1,88 m de altura. La velocidad media del balón durante el vuelo fue de 87 kilómetros a la hora y se

desvió lateralmente, gracias al efecto, algo más de 3 metros de su trayectoria inicial. Ese balón nunca hubiera entrado en una atmósfera sin aire (hipotética), en la que el efecto Ronaldo hubiera seguido una típica trayectoria parabólica, en la misma dirección del lanzamiento y que al llegar a portería se encontraría varios metros por encima del travesaño.

El País, 13/12/2009

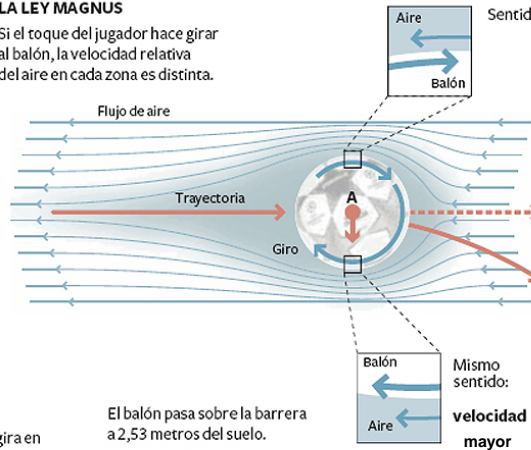
Xavier Aguado Jódar y **José Luis López Elvira** son biomecánicos del deporte, de las Universidades de Castilla-La Mancha y Miguel Hernández de Elche

(<http://www.sep.org.uk/samples/physicsspin/run.swf>).

Los estudios realizados en los últimos años han usado la cinemática para obtener información tanto del balón como del chut. Del balón se han analizado las trayectorias, velocidades y número de vueltas por unidad de tiempo. Por otro lado, se han reproducido las condiciones en túneles de viento, en los que se han calculado los coeficientes aerodinámico (CX) y de sustentación de los balones ante diferentes regímenes de circu-

LA LEY MAGNUS

Si el toque del jugador hace girar al balón, la velocidad relativa del aire en cada zona es distinta.



- La diferencia de presiones crea una fuerza que desvía el balón (A).
- La dirección de esta fuerza de presión varía según el eje de giro del cuerpo.
- Este principio físico es el mismo que sustenta a los aviones en el aire.

Toque maestro

- Tiempo de vuelo: 1,44 segundos
- Velocidad media: 87 km/h

