

tomando en cuenta los aportes calórico (en kJ o calorías), vitamínico y proteínico.

3. Realizar un estudio estadístico comparativo de la longitud de los dedos anulares de los estudiantes varones del salón que practiquen algún deporte. Determinar teóricamente cuáles de ellos serían más aptos para jugar fútbol (u otros deportes que requieran fuerza y orientación espacial) y comparar este resultado con la realidad (es decir, de los que en principio deberían ser mejores, si realmente lo son). Éste es un interesante ejercicio para hacerse en combinación con la clase de educación física.

4. Glosario: investigar el significado de los siguientes términos y al final, realizar un mapa de conceptos que incluya la mayor cantidad de "ciencia" alrededor de la palabra fútbol.

- pliometría
- testosterona
- turbulencia
- icosaedro truncado
- efecto Magnus
- electrolitos
- futboleros
- isotónico
- alcohol

#### ¿Cómo piensa un científico cuando ve un partido de fútbol?

Neils Bohr fue el científico sueco que ganó el premio Nobel de Física en 1922 por sus descubrimientos teóricos sobre la estructura atómica. Pero antes de eso Bohr y su hermano (también un físico renombrado) fueron famosos jugadores de fútbol soccer. De hecho, el hermano de Bohr jugó en la selección sueca que participó a nivel mundialista en las primeras décadas del siglo XX.

Suponiendo que saber tanta física les hubiese ayudado a ser buenos jugadores (lo cual por supuesto, no está comprobado), podemos hacer un ejercicio e imaginarnos el tipo de preguntas que se hacían ambos

hermanos cuando pateaban el balón. Para ello hay que considerar antes el siguiente planteamiento:

*Cuando se patea una pelota de fútbol, ésta se comprime. Suponiendo que el balón se patea en el centro, la compresión ocurrida depende mayoritariamente de la presión en la esfera, la velocidad inicial de la pelota y la velocidad del pie que pega en la pelota. La masa de la pierna y la masa de la pelota son dos variables adicionales, pero éstas no cambian mucho y se desprecian.*

- 1) ¿Cuánta compresión se lleva a cabo con los parámetros considerados?
- 2) ¿Cuánto tiempo estará en contacto el pie con la pelota?
- 3) ¿Qué tanto viajan juntos el pie y la pelota mientras están en contacto?
- 4) ¿Qué hace que la pelota gire? ¿Es el hecho de pegar la pelota en el centro, o es un movimiento del pie durante el periodo de contacto?

¿Podrían abordarse estas preguntas en el salón de clases? ¿Qué resultados se esperan? Trata de imaginar y plantear otros problemas físicos que se pueden dar durante un partido de fútbol.

#### IV. Bibliografía

- [www.bbc.co.uk/science/hottopics/football](http://www.bbc.co.uk/science/hottopics/football)
- [www.oceansiderevolution.com/EINSTEIN\\_1.htm](http://www.oceansiderevolution.com/EINSTEIN_1.htm)

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



# La física del fútbol



De: Julia Tagüeña y Jorge Flores  
(No. 92, p. 31)

## I. Relación con los temarios del bachillerato UNAM

Esta guía y el artículo de referencia pueden utilizarla maestros de física, biología, química, anatomía, ciencias de la salud y educación física, entre otros. En esta ocasión, y dada la importancia que se da a las copas mundiales de fútbol, esta guía hará un recorrido por diferentes temáticas relacionadas con aspectos científicos del deporte, en particular del fútbol soccer.

## II. La ciencia del fútbol

Desde el desarrollo físico de los jugadores, pasando por su dieta y su entrenamiento, veremos que, desde hace varios años, muchas áreas de la ciencia se han dedicado a mejorar su rendimiento y el lucimiento del juego, modificando las reglas, los balones y el arbitraje.



### ¿Eres un futbolista natural?

Los buenos futbolistas deben tener algo en sus genes. De esa hipótesis partieron científicos ingleses al descubrir una relación

entre la longitud de los dedos anulares de los jugadores y su habilidad en la cancha. Para comprobarlo midieron la longitud de los dedos anulares de los mejores jugadores de la liga inglesa y la compararon con el promedio de los jugadores.

El patrón fue siempre el mismo: aquellos jugadores con los dedos anulares más largos que su dedo índice, resultaron mucho más aptos para jugar fútbol que los que los tienen más cortos. Entre los jugadores que se prestaron al estudio figuran Paul Gascoigne y Bryan

Robson, quienes para los aficionados a este deporte son verdaderos ídolos del fútbol mundial. ¿Casualidad?

La explicación de este descubrimiento podría estar en el desarrollo fetal de los futuros jugadores. Cuando el feto masculino se encuentra entre las ocho y las

12 semanas de vida, ciertas partes de su cuerpo se vuelven sensibles a la hormona testosterona. El corazón, los pulmones y el cerebro son afectados, así como también los dedos. Parece ser que los dedos, a pesar de que casi no son utilizados por un jugador de

futbol, son un indicador de qué tanta testosterona recibieron en ese momento crucial de su crecimiento. Esta descarga hormonal puede incrementar su fuerza y su percepción espacial, ambas capacidades muy útiles en la práctica del futbol.

### El entrenamiento

La condición física de los jugadores de futbol es esencial para destacar y formar parte de una selección mundial. Correr y hacer un poco de ejercicio solía ser parte de los entrenamientos comunes de los equipos, pero hoy no es suficiente si se considera que un jugador mediocampista corre en promedio 15 km en cada partido. Lo que los jugadores necesitan es realmente un “poder explosivo”. Esto les permite cambiar de corredores de alta velocidad en una jugada específica a condiciones de fondistas en la mayor parte del juego. La energía suficiente para aguantar semejantes condiciones se logra no sólo comiendo, sino por medio de un entrenamiento conocido como “pliometría” (*plyometrics* en inglés).

El entrenamiento pliométrico surgió en los años 60 en la Unión Soviética, donde se utilizaba para preparar de forma óptima a los atletas, particularmente a los que realizaban saltos de longitud y de altura. Gradualmente, la técnica se fue aceptando como una herramienta valiosa para muchos deportes que involucran el arranque y los saltos, como es el caso del cabeceo en el futbol.

La base científica de este entrenamiento se centra en los diferentes tipos de contracción que pueden llevar a cabo los músculos: la concéntrica, donde los músculos se acortan, y la ex-

céntrica, donde los músculos se alargan y se mantienen juntos por tensión.

Cuando un músculo de la parte alta del brazo se contrae concéntricamente, la mano se mueve hacia el hombro a medida que el músculo se acorta. Las contracciones excéntricas entran en acción cuando el cuerpo se desacelera y mantienen la estabilidad del cuerpo; es decir, si un jugador corre para alcanzar la pelota y frena súbitamente, los músculos de sus piernas sufrirán una contracción excéntrica. Dada la multiplicidad de movimientos que los jugadores realizan con las piernas a lo largo de un partido, sus músculos tienen que cambiar constantemente de la contracción concéntrica a la excéntrica, y eso ocurre en fracciones de segundo. El objetivo del entrenamiento pliométrico es lograr que esas fracciones de tiempo sean sensiblemente menores en los jugadores que en las personas comunes, ya que no sólo se enfoca en desarrollar y dar mayor capacidad de respuesta a los músculos, sino también a las fibras nerviosas que los controlan.

Debido a que este entrenamiento implica un trabajo de condicionamiento del sistema nervioso del jugador, debe aplicarse con mucho cuidado por parte del preparador físico del equipo. Si los jugadores realizan los ejercicios antes de haber adquirido suficiente fuerza, los riesgos de lesiones son muy altos. Los ejercicios incluyen saltos de profundidad, que implican saltos desde plataformas de 1.5m hacia el suelo y volver a saltar esta altura tan pronto como han tocado el suelo, saltar repetidamente con una pierna y rebotar hacia delante con las dos piernas juntas.

### La dieta

En el pasado, los jugadores podían sentarse frente a un gran plato de enchiladas o huevos rancheros para el desayuno, e incluso un mole poblano, antes de enfrentar el partido de la

tarde. En la nueva era del futbol, la dieta es un factor importante en el buen rendimiento de los jugadores. La mayoría de las dietas para atletas excluyen los azúcares, las carnes rojas y las comidas fritas, y reducen al máximo los lácteos con grasa.

Los alimentos más aceptados y que se incluyen en mayor cantidad son carnes blancas (pollo, pescado), frutas y verduras y agua en abundancia. Algunos entrenadores, como el del equipo Arsenal, de Inglaterra, han llegado al extremo de desarrollar una “escala comparativa del color de la orina”, misma que sirve para indicar el grado de hidratación idónea de los jugadores antes del partido. En términos de concentración, orinas más coloridas implican menor hidratación, por lo que la cantidad de agua en el organismo del jugador se ajusta por medio de la ingesta de más líquido antes de salir al terreno de juego.

### Nada de alcohol después del partido

En cuanto a la costumbre de algunos jugadores de tomarse unas cervecitas bien frías para celebrar después del encuentro, ésta resulta contraproducente, ya que la ingesta de alcohol dificulta la recuperación del organismo después del esfuerzo físico. Los jugadores suelen perder hasta dos litros de agua durante un partido. Este líquido debe reponerse rápidamente de manera que los músculos

y articulaciones lastimados puedan repararse por medio del proceso de rehidratación.

El alcohol es un líquido que, dada su alta capacidad de mezclarse con el agua, dificulta la rehidratación. Además, tiene efecto diurético, es decir promueve la formación de orina rápidamente y los jugadores pierden más agua de la que consumieron, por lo que no se logra

el proceso adecuado en el tiempo preciso y los dolores musculares se manifiestan mucho más que si se hubiese tomado alguna bebida hidratante con electrolitos (*Gatorade*, por citar alguna) o simplemente agua.

A las bebidas hidratantes se les conoce como bebidas isotónicas y son lo mejor que puede tomar cualquier deportista después de la actividad física intensa. Contienen pequeñas cantidades de carbohidratos que reponen la demanda energética y distintas sales que hidratan el cuerpo rápidamente. Los estudios científicos apuntan todos a que ingerir estas bebidas después de los partidos es sumamente benéfico en la recuperación de los jugadores.

### III. Actividades

1. Combinar la lectura del artículo de referencia con el titulado “La esfera que cayó del cielo” de Rosa María Catalá (*¿Cómo ves?*, No. 15, febrero de 2000), con el fin de establecer un puente entre la física y la química. Ubicar en este último las partes que se vinculan con la forma y características de un balón de futbol y el motivo por el cual existe una molécula llamada futboleno. Pedir a los alumnos que hagan una ficha técnica en la que por un lado se describan las características de la versión macroscópica del icosaedro truncado contra las de la versión microscópica ( $C_{60}$ ).
2. Investigar por distintos medios (Internet, entrevistas, etc.) los métodos de entrenamiento y la dieta de los futbolistas de la selección nacional de futbol o de otro equipo. Comparar ambos factores con los que se mencionan en la guía. Elaborar una lista de aporte nutricional de la dieta local

