

tenis, del que ambos eran aficionados. Al efecto de curvatura observado en los experimentos se le conoce como "efecto Magnus" y es importante

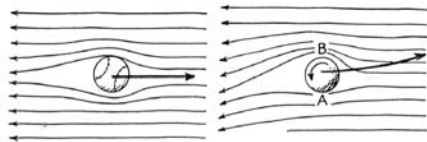


Figura 2. (Izquierda) Las líneas de flujo son iguales a cada lado de una pelota que no gira. (Derecha) Una pelota que gira provoca que las líneas se junten y su trayectoria se curva.

destacar que este efecto ocurre en pelotas rugosas como las de fútbol soccer, tenis o béisbol, pero la dirección de la curvatura se da en dirección contraria en pelotas suaves como madera o bakelita, con superficies mucho menos rugosas.

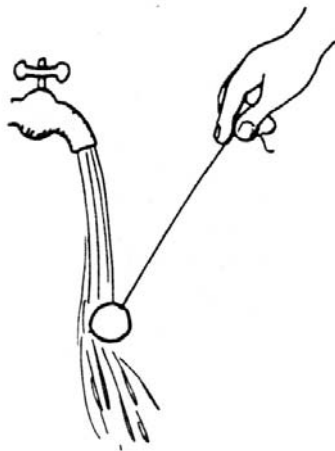


Figura 3. La presión es mayor en el fluido estacionario (aire) que en el fluido en movimiento (agua). La atmósfera empuja la pelota a la región de presión reducida.

III. Actividades

1. Demostración del Principio de Bernoulli: se puede hacer de una forma interesante a través de experimentos caseros sencillos (figura 3). Pegar con cinta adhesiva un cordón a una pelota de ping-pong y abrir la llave del agua de la cocina o el baño. Acercar la pelota al chorro y observar lo que sucede. Lo que se ve es que el chorro parece succionar a la pelota hacia adentro, a pesar de que uno jale el hilo hacia fuera. La presión del aire estacionario sobre la pelota es mayor que la presión del agua que corre, entonces la pelota se ve em-



pujada a la región de presión reducida por acción de la atmósfera. Algo similar ocurre en una cortina de baño cuando la llave del agua de la regadera se cierra de golpe. Pida a los alumnos que realicen esta actividad y traten de explicar, por medio del principio de Bernoulli, el motivo por el cual la cortina se pega en sus piernas o al cuerpo al momento de cerrar la llave en un movimiento rápido.

2. Realizar un trabajo de investigación sobre la física involucrada en otros deportes.
3. ¿Por qué cuando los coches pasan cerca uno del otro a alta velocidad en una carretera, tienden a "jalarse" entre sí?
4. ¿Por qué una pelota puede sostenerse sobre un chorro de aire expulsado por el tubo posterior de una aspiradora? Pida a los alumnos que realicen esta experiencia y contesten lo siguiente: ¿para dar el soporte, el aire sopla sobre o bajo la pelota?

IV. Bibliografía

1. Hewitt, Paul, *Física conceptual*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.
2. *The Physics of Sports, Selected Reprints*, American Association of Physics Teachers, U.S.A., 1986
3. Perelman, Y., *Física recreativa*, Libros I y II, Tercera edición, Editorial Mir, Moscú, 1975.
4. En Internet, la página www.exploratorium.edu/sports/

Esperamos sus comentarios y sugerencias, que pueden hacer con atención a: Rosa María Catalá, al teléfono 56 22 72 97, fax 54 24 01 38, correo electrónico comoves@universum.unam.mx

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.



De goles a goles

De José Manuel Posada de la Concha

(No. 43, p. 16)

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Ubicación de la temática en los programas del bachillerato de la UNAM

Sistemas ENP y CCH

El artículo y esta guía pueden abordarse de forma integrada en cursos medios y superiores de física y matemáticas (incluso de geografía física cuando se estudian conceptos relacionados con la atmósfera y la presión atmosférica), donde la información descrita y las actividades resultan un buen complemento.

II. Más información

La ciencia de los deportes

El interés de las personas en el deporte está tan disseminado y arraigado en todo el mundo que gran parte de la población está pendiente de las olimpiadas, los campeonatos de liga (del deporte que sea) y, por supuesto, de los mundiales de fútbol

soccer, como el que vivimos en estos momentos en Corea y Japón. A pesar de que los deportes no son determinantes en la calidad de vida de la mayoría de las personas, ni afectan mayormente su situación económica, aproximadamente un cuarto del espacio o tiempo en las noticias, ya sea por medio de la prensa, la radio o la televisión, se dedican a relatar con lujo de detalles las actividades deportivas más relevantes del día y de la temporada. Sin temor a equivocarse se podría asegurar que la mayoría de los físicos de este país son grandes aficionados de los equipos Pumas, Chivas, de la selección de México (o Brasil), etc. Sin embargo, es muy poco lo que se toma en cuenta al deporte a la hora de enseñar física en nuestros salones de clase, es más, la cantidad de artículos que se dedican a analizar formalmente la física del deporte es muy escasa en inglés y peor aún en español. En ese sentido el artículo de referencia es particularmente atractivo. ¿Por qué hay tan poco interés por parte de los autores de libros sobre ese tema? Al analizar un poco la situación, los expertos en enseñanza de la física identifican tres razones principales por las que la bibliografía que se refiere a la física del deporte es tan pobre. Por un lado los deportes, como los conocemos hoy en día, son un fenómeno relativamente reciente. La mayoría de los deportes que se juegan en la actualidad, como el baloncesto, el béisbol, el fútbol soccer, entre otros, tienen apenas un siglo de antigüedad, y sus asociaciones y participación acti-



va en centros académicos como las universidades o las preparatorias es un fenómeno masivo iniciado (en los Estados Unidos) apenas en la década de los años 30. Otro motivo es que los deportes llevan muy poco tiempo de ser percibidos como un tópico lo suficientemente serio para ser desarrollado por científicos. Así como la psicología humana y el comportamiento sexual no eran temas “respetables” para ser sujetos de estudio de la investigación científica hace un siglo, hasta hace muy poco los deportes se consideraban “triviales”, simples entretenimientos y juegos que nada tenían que ver con la ciencia. Por último, un físico interesado en este tema encontrará que en la ciencia del deporte no sólo interviene la física, sino una gran diversidad de áreas. Por ejemplo, si decidiera junto con sus alumnos realizar una investigación sobre los factores que afectan el lanzamiento de una pelota de béisbol, tendría que tomar en cuenta aspectos como el de la interacción física del aire/pelota y bat/pelota, la fisiología de la percepción visual del bateador, la mecánica del abanicar el bat, el analizar repetidamente muchas situaciones particulares en los juegos y las implicaciones prácticas del picheo y del lanzamiento. Lo anterior es algo obviamente muy ambicioso para cursos de secundaria o bachillerato y, por desgracia, poco atractivo para los profesores universitarios. Aún así no quisiera desmotivar a los maestros, sino alentarlos en esta tarea. Un atractivo importante de hacer investigación educativa en la enseñanza de la física del deporte es que se pueden producir propuestas interesantes por medio de experimentos relativamente económicos, o de cálculos más o menos simples, pero siempre en los primeros cursos universitarios.

Para principiar, un principio

La mayoría de la gente piensa que la presión atmosférica aumenta en los tornados o en los huracanes y, de hecho, lo que ocurre es exactamente lo contrario. En el techo de nuestras casas el viento puede estar soplando con gran fuerza y, sin embargo, la presión del sistema es menor aunque la densidad del aire sea la misma. Por raro que parezca, cuando la velocidad de un fluido se incrementa, su presión decrece, y esto sucede para todos los fluidos: líquidos y gases. Consideremos un flujo continuo de agua a través de una tubería:

la cantidad de agua que pasa a través de una sección dada del tubo es siempre la misma, sin importar que la tubería se haga más gruesa o más estrecha. Como consecuencia del flujo continuo, en las partes anchas el agua va a frenarse, y en las partes estrechas, aumentará su velocidad. Daniel Bernoulli, un científico suizo del siglo XVIII, experimentó con el agua que fluía por las tuberías y encontró que a medida que la velocidad de flujo fuese mayor, menor era la fuerza del agua en los ángulos rectos (lados) de la dirección del flujo. La presión en las paredes de las tuberías decrece cuando la velocidad del agua se incrementa y a esto se le conoce como el Principio de Bernoulli. Este principio es consecuencia de la conservación de la energía. Para un flujo continuo existen tres energías involucradas: la energía cinética debida al movimiento, la energía potencial debida a la presión, y la energía potencial gravitacional debida a la elevación. Si no se aplica ninguna energía externa, la suma de las tres energías anteriores se mantiene constante y si no hay elevación del sistema, entonces un incremento en la velocidad implica un decremento en la presión y viceversa.

En un flujo continuo o laminar, las trayectorias seguidas por cada pequeña región del fluido no cambian a medida que pasa el tiempo. El movimiento de un fluido en este sistema sigue unas líneas de flujo, representadas por líneas punteadas en la figura 1.

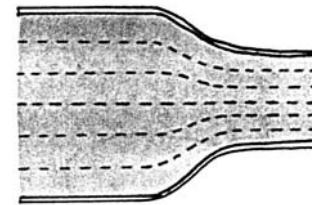


Figura 1. Un fluido se desplaza más rápido cuando fluye a la región estrecha. Las líneas de flujo en esa región indican mayor velocidad y menor presión interna.

Algunas implicaciones del Principio de Bernoulli

El Principio de Bernoulli tiene que ver con el vuelo de las aves y de los aviones. La forma y la orientación de las alas asegura que el aire pase algo más rápido sobre la superficie superior del ala que



por debajo de ella. La presión por arriba de las alas es menor que la presión bajo la misma y la diferencia entre estas presiones produce una fuerza neta hacia arriba, llamada *lift* o empuje. Una pequeña diferencia de presión multiplicada por la gran área del ala, produce un empuje considerable. Cuando ese empuje iguala al peso, el vuelo horizontal es posible. A medida que aumenta la velocidad, el empuje es mayor, así que para aviones grandes y pesados las alas tienen que ser muy amplias y la velocidad no es muy alta. Para aviones que alcanzan grandes velocidades, las alas suelen ser delgadas y relativamente pequeñas.

Otra implicación directamente relacionada con el artículo ocurre en la trayectoria curva de las pelotas que giran. Cuando una pelota que se mueve (no importa de qué deporte sea) lo hace girando, se producen presiones de aire desiguales en los lados opuestos de la pelota. En la figura 2 se observa (en la derecha) que las líneas de flujo están más cerca en B que en A debido a la dirección del giro. La presión es mayor en A, y la pelota se curva como se indica. Este efecto fue descubierto en forma conjunta por G. Magnus y el mismísimo Lord Rayleigh en 1869, cuando ambos estaban interesados en la física involucrada en el juego de