



Sabías que...

El ingeniero y mecánico escocés James Watt (1736-1819) mejoró la máquina de vapor y definió una unidad para medir su potencia: el caballo de vapor. Por aquel entonces, en las minas se utilizaban caballos para extraer agua y otros materiales. Para poder vender sus máquinas a los ingenieros de minas, Watt midió el trabajo que realizaba un caballo típico durante un periodo largo de tiempo y, luego, calibró sus máquinas de acuerdo con ello. Así, pudo decirle a su clientela que una máquina de un caballo de vapor reemplazaría a un caballo.



Venezolano en BMX

Daniel Dhers se ha convertido en el campeón 2007 de las competencias BMX, edición número 15, de los X-Games que vienen a ser algo así como las olimpiadas de los deportes extremos.

Página 6.



Todo en una bicicleta

Un ciclista al cambiar su posición varía su centro de masa, es decir, varía el punto del espacio en el que se puede considerar concentrada toda su masa corporal.

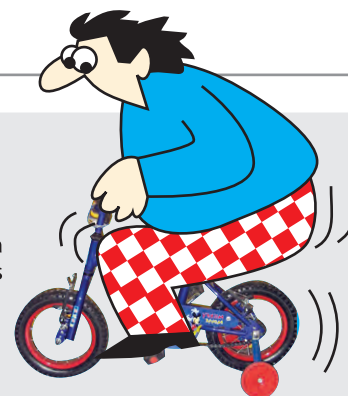
Página 4.

Reto

La distancia a la que viaja una bicicleta se puede determinar con un medidor conectado a la rueda de adelante. El engranaje avanza un paso por cada vuelta que da la rueda. ¿Afectará la presión de los cauchos la distancia que se mide?

Fuente: Göran Grimvall, *Brainteaser Physics* (2007)

Respuesta: <http://www.fundacionempresaspolar.org/fisica>



Fisicosas

Principio de mínima acción

Isbelia Martín (Universidad Simón Bolívar, Caracas) y Claudio Mendoza (IVIC/CeCalCULA)

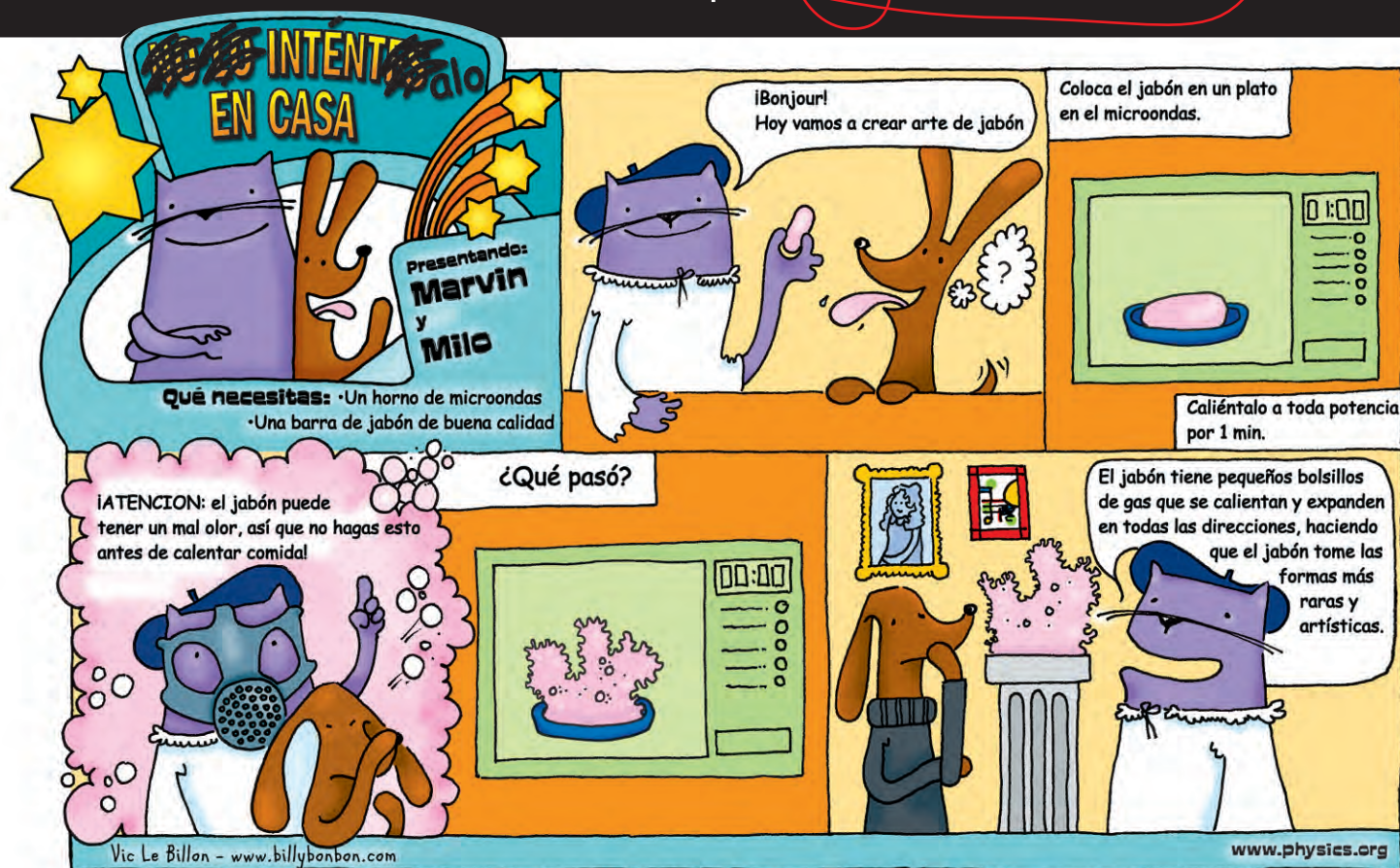
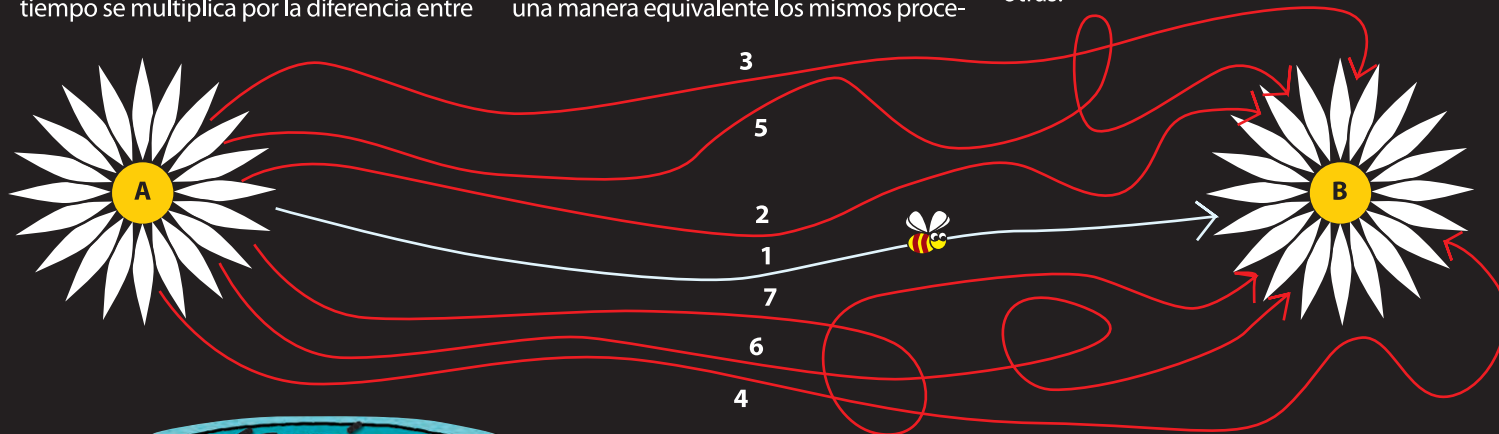
El estado de cualquier sistema físico que evoluciona en el tiempo, por ejemplo la trayectoria que sigue una bicicleta, se puede describir invocando el **principio de mínima acción**. La acción es una cantidad física que se calcula en intervalos de tiempo definidos.

A la manera como un sistema físico evoluciona en el tiempo se le da el nombre de historia, y el tiempo total de esa historia se separa en pequeños intervalos. Si el sistema está sometido a fuerzas con otros sistemas, cada uno de esos intervalos de tiempo se multiplica por la diferencia entre

la energía cinética y la energía potencial. Luego se suman todas esas cantidades obtenidas en el transcurso del tiempo total del proceso para obtener su **acción**. El comportamiento del sistema es tal que la acción sea la menor posible. Por ejemplo, si calculamos la acción de una pelota moviéndose en el vacío con una rapidez que no varía, veremos que la trayectoria que sigue es la que consume el menor tiempo posible, la cual coincide con una línea recta.

El principio de mínima acción describe de una manera equivalente los mismos proce-

dos físicos que obedecen las leyes de Newton, en particular, la segunda ley que dice que un cuerpo se acelerará proporcionalmente a la magnitud de la fuerza aplicada. La acción como cantidad física también es importante en la descripción de fenómenos cuánticos a niveles atómicos, pero en este caso hay que calcular las acciones de todas las posibles historias que puede seguir el sistema en su evolución. En general, el sistema no sigue la historia con la mínima acción sino que podría seguir varias, con más probabilidad unas que otras.



La física en... un balancín

Sube y baja para succionar petróleo

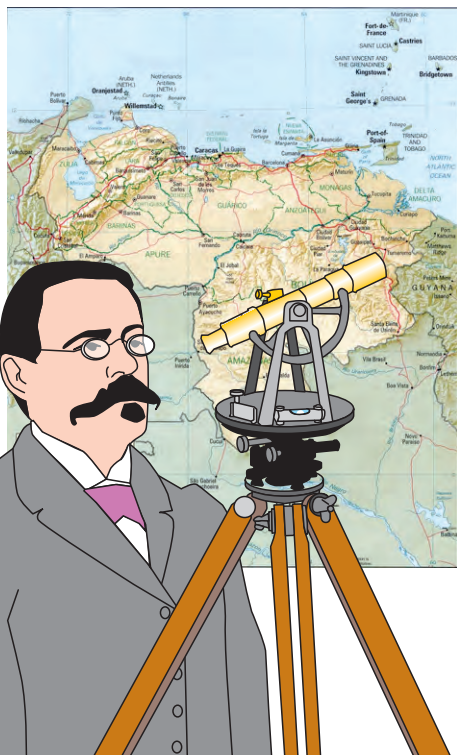
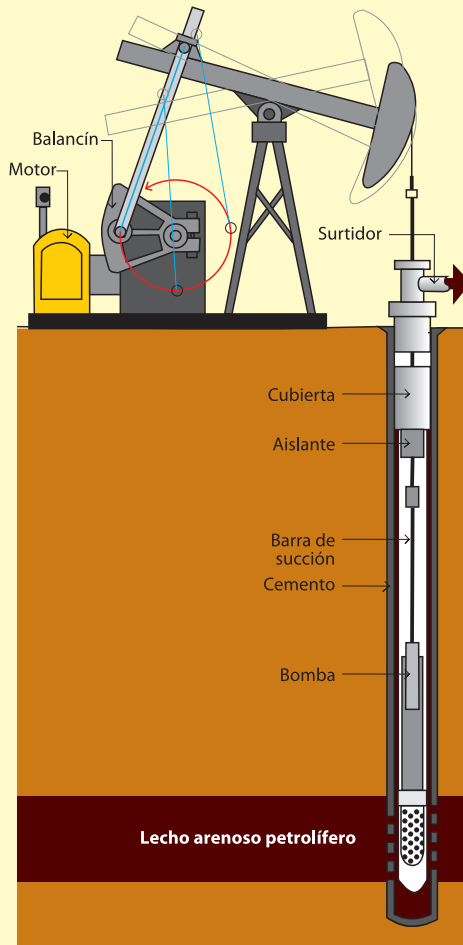


Parque Tecnológico de Mérida

Esa máquina que aún se observa en los campos petroleros, llamada "balancín", "pájaro sediento", "burro saludador", u otro nombre similar que haga alusión al dispositivo que sube y baja, es una máquina que transforma un movimiento circular continuo, generado por un motor, en un movimiento lineal sube y baja.

Ello se logra a través de un sistema de manivela y biela que transmite un movimiento lineal ascendente y descendente al émbolo de una bomba de succión ubicada dentro del tubo de perforación del pozo petrolero. Cuando el émbolo sube, se abre una válvula fija que está en el extremo de la bomba y, por succión, entra petróleo en un cilindro tal como se succiona líquido con una inyectora.

Luego el émbolo baja, se cierra la válvula fija y se abre una válvula permitiendo el paso del petróleo a un tubo por efecto de la presión del émbolo. Durante la ascensión, esta válvula viajera se cierra para mover el petróleo dentro del tubo hacia arriba, hasta la tubería donde se descarga. Este vaivén motorizado del émbolo es posible gracias al antes mencionado mecanismo de manivela y biela, que transforma un movimiento circular en un movimiento lineal o a la inversa, mecanismo que ya se utilizaba en el medioevo en las ruecas con pedal para hilar la lana.



La física en la historia

La cartografía en Venezuela

Yajaira Freites, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

En 1928 se publicó en el país el mapa de Venezuela que todos ahora conocemos, con los veinte (ahora veintitrés) estados, la Isla de Margarita, las dependencias federales y con los límites internacionales que nos son familiares. En la década de 1960, el gobierno de Rómulo Betancourt mandó a sombrear en barras la extensa zona en reclamación con Guyana que estaba entre los ríos Cuyuní y Esequibo.

Para 1929 no había satélites, ni sistemas de posicionamiento global (GPS). Los ingenieros de la época, entre ellos Felipe Aguerrevere (1846-1934) –en la ilustración–, Santiago Aguerrevere (1865-1934) y Francisco José Duarte (1883-1972), debían valerse de sus conocimientos de astronomía. Tomaban, por lo general, una estrella fija en el horizonte como referencia para efectuar las mediciones de un punto a otro; utilizaban el telégrafo inalámbrico para determinar las longitudes de una ciudad a la otra y se apoyaban en las tablas de refracción astronómica que Luis Ugueto (1868-1936) había confeccionado.

La determinación de las fronteras nacionales e internacionales requería también que el medidor tuviese que estar en el terreno, lo cual exigía meses de trabajo de andar de un lado a otro de la zona fronteriza. Así que los límites internacionales que hoy tenemos fueron en un primer momento delineados de esa forma. Con el tiempo apareció la fotografía aérea que permitía tener una idea más global del terreno y sus accidentes, facilitando la plantación de hitos que hoy son más fáciles de ubicar y con alta precisión por el uso de los GPS.

Palanca, polea, centro de masa, momento angular y más... ¡Todo en una bicicleta!

Parque Tecnológico de Mérida

Momento angular para mantener el equilibrio

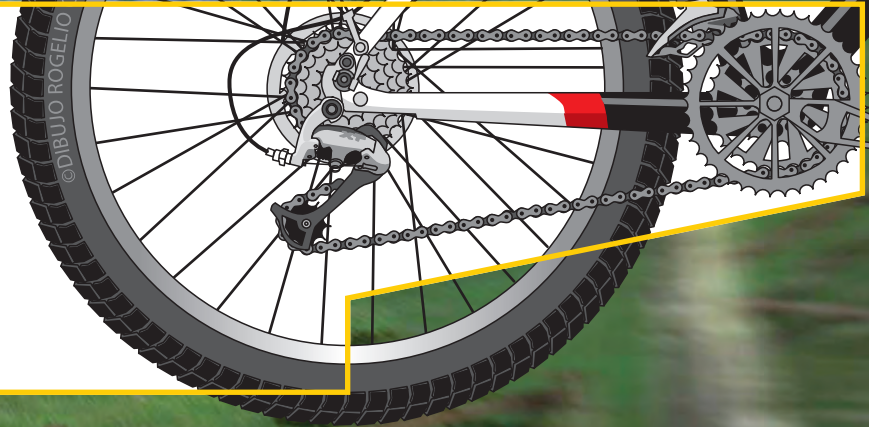
Para mantener el equilibrio en la bicicleta necesariamente hay que rodar, hacer girar las ruedas, pues una vez que hay movimiento rotacional existe el momento angular y se manifiesta su tendencia a la conservación. El hecho es que si la ruedas no rotan no hay momento angular y, sin momento angular, no hay equilibrio.

El momento angular es una magnitud vectorial proporcional a la masa y a la velocidad angular, vector que describe la rapidez y la dirección de rotación. Cuando las ruedas rotan a una velocidad suficiente, la conservación del momento angular evita la caída ya que genera torques que contrarrestan los producidos por la fuerza de gravedad.



Poleas para transmitir fuerza

Todas las bicicletas poseen un sistema de poleas dentadas compuesto por el plato, el piñón y la cadena que permite transmitir la fuerza aplicada a los pedales. Al pedalear estamos aplicando una fuerza que genera un movimiento de rotación en el plato de la bicicleta; este movimiento giratorio se transmite al piñón por estar unido a través de la cadena. Gracias a este dispositivo mecánico de dientes, cuando el plato gira arrastra al piñón y éste, a su vez, hace girar la rueda trasera. El beneficio de utilizar poleas dentadas es evitar pérdida de esfuerzo, pues sin dientes la cadena se deslizaría.



Centro de masa variable para mantener la estabilidad

Al cambiar su posición corporal respecto al terreno, un ciclista que maneja una bicicleta varía su centro de masa, es decir, varía el punto del espacio en el que se puede considerar concentrada toda su masa corporal. En un terreno horizontal, la fuerza resultante de la gravedad sobre el centro de masa del sistema bicicleta-ciclista es perpendicular al terreno. Sin embargo, en el caso de los ascensos y descensos de la bicicleta, la dirección de esta fuerza cambia: ya no es perpendicular al terreno, manifestándose la componente paralela que empuja al ciclista en dirección de la pendiente, hacia abajo. Por ello el ciclista modifica su posición corporal para variar el centro de masa del sistema y reducir los torques relacionados con esta componente. En el ascenso, acuesta su cuerpo hacia adelante mientras que en el descenso hace lo mismo hacia atrás, lo que le permite mantener su estabilidad sobre la bicicleta para no salir despedido hacia atrás en el ascenso o hacia el frente en el descenso.





En 1817 el alemán Karl Drais von Sauerbronn inventó la bicicleta *draisienne* sin pedales y fabricada en madera.



En 1839 Kirkpatrick MacMillan (Escocia) diseña el velocipedo con un pedal para darle impulso.



En 1860 Pierre Michaux (Francia) produce bicicletas en serie y empieza a darles servicio.



En 1870 el inglés James Starley empieza a fabricar las bicicletas metálicas con frenos en las ruedas.



En 1879 la Bayliss-Thomas aligera el peso y le incorpora goma a pedales y ruedas para mayor confort.



En 1879 el inglés Harry John Lawson produce la primera bicicleta de tracción trasera usando una cadena de transmisión posicionando los pedales entre las ruedas.



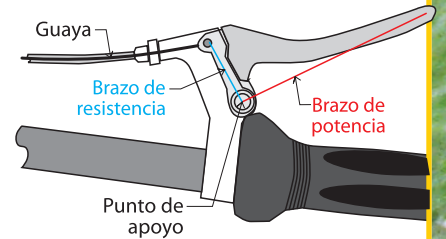
En 1885 el inglés John K. Starley diseña una bicicleta con las dos ruedas del mismo tamaño. Se le considera la primera bicicleta moderna.



En 1948 la compañía japonesa Tsuchiya MFG. Co. diseña el modelo de carreras que se mantuvo por muchos años.

Palancas para frenar

Las manillas de la bicicleta que movemos con las manos para frenar son un par de palancas. La palanca es una barra o varilla rígida diseñada para girar sobre un punto fijo llamado fulcro o punto de apoyo cuando se aplica sobre ella una fuerza. En el caso de la manilla de la bicicleta, al aplicar una fuerza con la mano, la palanca gira al mismo tiempo que hala la guaya que activa el mecanismo de frenado.



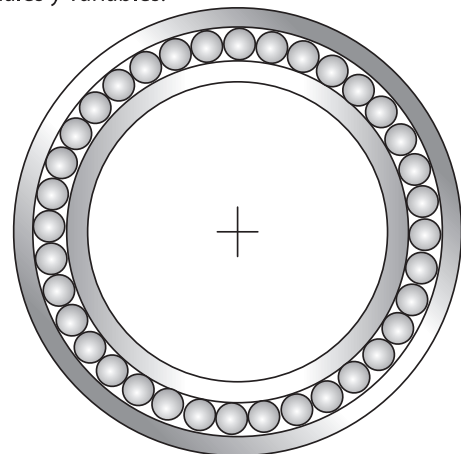
Resortes para absorber impactos

El sistema de suspensión de la bicicleta permite que las ruedas se adapten a la superficie del terreno, a través de un sistema de resortes que absorbe los choques que reciben las ruedas al circular por las irregularidades del terreno. Los resortes son cuerpos elásticos, es decir, cuerpos que recuperan su tamaño y forma original después de ser comprimidos o estirados. En la bicicleta, estos resortes se estiran o se encogen cuando una rueda cae en un hueco o pasa sobre una protuberancia, regresando en ambos casos a su forma original a través de un movimiento oscilante, asegurando confort ante los impactos que sufren las ruedas.



Rodamientos para reducir el roce

La bicicleta tiene rodamientos para reducir la fricción entre los ejes de giro y las partes que dan vueltas alrededor de ellos. Estos rodamientos minimizan las fuerzas de fricción en todos los ejes de giro, reduciendo el desgaste mecánico en las piezas en contacto. Encontramos rodamientos en los ejes de los pedales, en el eje del piñón delantero, en el tubo que une el manillar con el cuadro y, por supuesto, en las ruedas de la bicicleta. La rolinera, uno de estos rodamientos, está compuesta por dos cilindros concéntricos, entre los cuales se encuentran esferitas de acero, éstas son empujadas y "ruedan entre ellas" cuando uno de los cilindros rota. Las esferas al rodar y no deslizar reducen la fricción, porque las superficies de contacto con los cilindros y entre ellas son puntuales y variables.

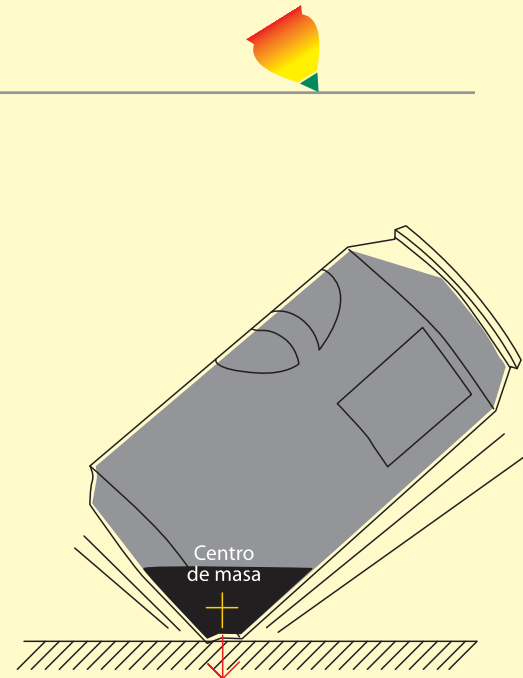


Prueba y verás La lata bailarina

Parque Tecnológico de Mérida

Trata de parar una lata de refresco llena (sin abrir) por el borde que forma la base con la pared. Verás que es imposible. Ahora vacía la lata y vuelve a intentar balancearla en el borde. Otra vez verás que es imposible. Pero si a la lata le colocas unos dos dedos de líquido, entonces sí se puede parar o balancear en su borde. ¿Por qué?

Cuando la lata está llena o vacía, su centro de masa (CM) se encuentra en su centro geométrico. Por eso, al intentar balancearla en su borde, el CM está fuera del punto de apoyo y la lata se cae. Pero cuando la lata tiene un poco de líquido dentro, el nuevo CM se encuentra sobre el punto de apoyo y así sí se puede balancear. Si les das un pequeño impulso a la lata verás que gira, da vueltas sin caer, baila...



Deportes BMX y palanca

Rogelio F. Chovet

Bicycle Motocross Xtreme (BMX) es una modalidad acrobática del ciclismo originada en California (EEUU) en la década de 1970.

A partir de 1980 se generalizaron las carreras en circuitos de tierra, muy similares a las realizadas con motos (motocross). Años después, con las primeras bicicletas diseñadas para este tipo de deporte, se comenzarían a hacer trucos en parques especiales que también eran utilizados por jóvenes con patinetas y patines en línea o incluso en la calle, consolidando lo que hoy conocemos como BMX.

Las bicicletas son de tamaño pequeño para ganar maniobrabilidad sobre ellas. Las ruedas tienen un diámetro de 50,8 cm (rin 20). La estructura suele estar fabricada con una aleación de cromo y molibdeno (chromoly 4130) o, para abaratar los costos, los tubos principales están hechos de chromoly y los secundarios de acero.

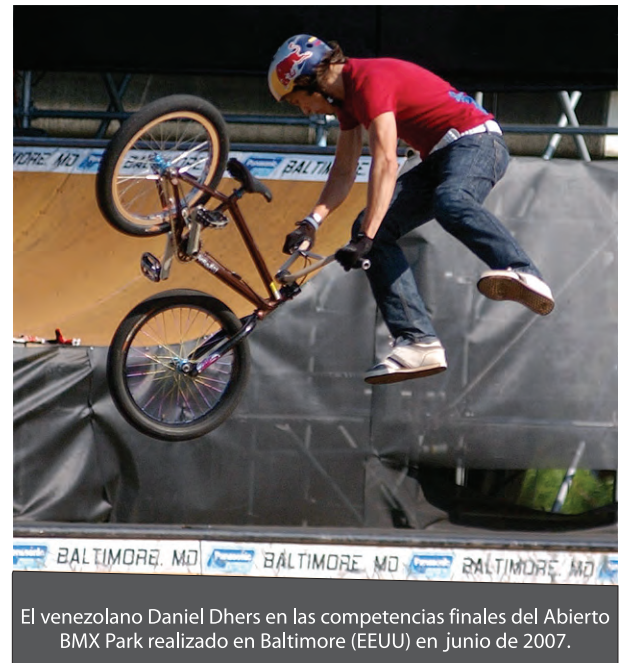
La gran diferencia de estas bicicletas BMX con respecto a las tradicionales es la de tener una sola velocidad y palancas más largas en los pedales. Esto le permite al conductor imprimirle más fuerza a la bicicleta ya que el caucho trasero se encuentra relacionado con los pedales y el plato principal a través de una cadena.

La palanca es una máquina simple, compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor de un punto de apoyo y sirve para amplificar una fuerza.

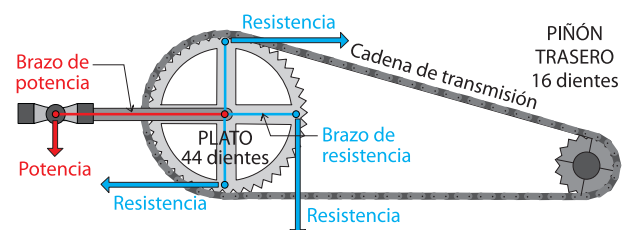
La fórmula de la palanca está definida por:

$$\text{Potencia} \times \text{brazo de potencia} = \text{resistencia} \times \text{brazo de resistencia}$$

Por lo que se deduce que a mayor brazo de potencia menor será la fuerza necesaria en nuestro pedaleo.



El venezolano Daniel Dhers en las competencias finales del Abierto BMX Park realizado en Baltimore (EEUU) en junio de 2007.



En una bicicleta BMX, generalmente, la relación entre los dientes del plato con respecto al piñón trasero es de 44/16, que es la que permite un buen desempeño en aceleración y en velocidad de punta. Esto significa que por cada vuelta completa que da el pedal, el piñón trasero realiza 2,75 vueltas.

Retos del siglo XXI

Los nuevos materiales

Claudio Mendoza, IMIC/CeCalCULA

Para la física, los nuevos materiales son algo así como la alta costura en la moda. Con todos los avances que se llevaron a cabo durante el siglo XX sobre el entendimiento de los procesos microscópicos y sus relaciones con las propiedades del bulto de la materia condensada, las posibilidades de diseñar materiales exóticos hechos a la medida para las nuevas tecnologías empiezan a convertirse en una realidad muy atractiva. Más aún, con el tremendo empuje que actualmente se le está dando a las investigaciones sobre las estructuras nanoscópicas, es decir, a esa escala desconocida y prometedora entre lo micro y lo macro, se pronostica una edad de oro para la **ciencia de los materiales**.

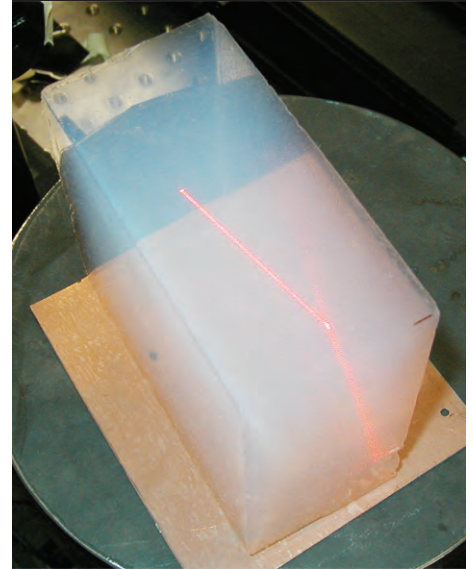
La ciencia de los materiales siempre ha sido un campo interdisciplinario que incluye la física, la química y la metalurgia, entre otras, cuyo principal objetivo ha sido la síntesis de nuevos compuestos tales como aleaciones metálicas, cerámicas y polímeros. Pero consideremos ahora, por ejemplo, los **cristales fotónicos** que permiten manipular la propagación de la luz en sólidos. Pronto podremos construir una computadora ultrarápida donde las señales que generalmente se transmiten por corrientes eléctricas en semiconductores, sobre todo el silicio, se sustituyan por señales que viajen a la velocidad

de la luz. También se están inventando materiales magnéticos innovadores con el propósito de multiplicar la cantidad de información que se podrá almacenar.

Otros materiales avanzados son los **aerogeles**, compuestos por 96% de aire y que son los aislantes térmicos más eficientes que se hayan inventado. Casi no pesan, son flexibles, translúcidos, químicamente inertes y aguantan temperaturas de más de 3 000 °C. En materia energética, con la intención de reducir la contaminación ambiental, se buscan materiales que aumenten significativamente los rendimientos de las celdas solares y las de combustible.

Los **materiales inteligentes**, por otra parte, son capaces de responder a estímulos externos. Los lentes fotocromáticos que utilizan los anteojos de sol son un ejemplo conocido de materiales que ajustan su color en respuesta a la luz. También los cristales líquidos electrocromáticos de las pantallas planas que cambian su color con el voltaje eléctrico. Existen aleaciones inteligentes que se “acuerdan” y retornan a su forma original después de estar sujetas a estímulos externos como el calor, que pueden revolucionar la industria automotriz haciendo que la forma de un carro se mantenga aerodinámica a medida que aumente su velocidad.

La sílicona Aerogel producida por el Instituto Borekskov de Catalís en Novosibirsk (Rusia)



Por último, podemos mencionar los **biomateriales** que se utilizan para reparar los tejidos de los seres vivos, como es el caso frecuente de los dientes, y los dispositivos biomédicos que reemplazan funciones naturales como en el caso de las válvulas del corazón. En esta área apenas estamos en pañales; en los próximos años seremos testigos de las maravillas que promete la manipulación de la materia al nivel nanoscópico.

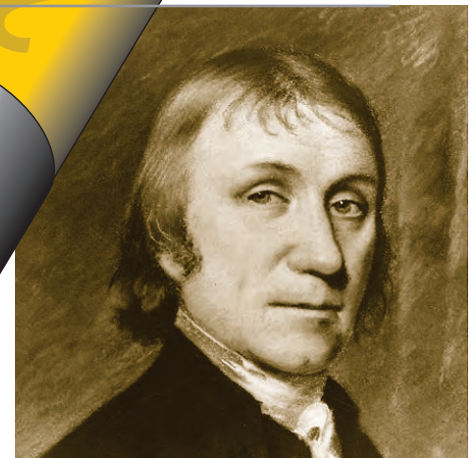
Curiosidades

¿Cómo funciona una goma de borrar?

Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas

Cuando escribimos con un lápiz sobre un papel, el carbón (grafito) del cual está compuesta la mina se queda pegado al papel por la **fuerza de cohesión**. Esta fuerza atrae moléculas de diferentes tipos, en este caso del grafito de la mina. Para arrancar el grafito del papel se necesita romper este enlace y esto es justamente lo que hace la goma de borrar. Por tener un material llamado caucho que posee una mayor fuerza de cohesión con el componente de la mina, vence la fuerza de cohesión que hay entre el papel y el grafito, arrancando a este último y adhiriéndolo a la goma. Esto se percibe a simple vista por cuanto la goma se mancha de negro.

Se dice que fue el químico británico Joseph Priestley quien se percató de que las bolitas de caucho borraban el lápiz, aunque fue en la Academia de París donde bautizaron el invento como “goma de borrar”.



Joseph Priestley (Inglaterra, 1733–1804)



Tras el cielo azul

Mach 727

Gustavo Bruzual, Centro de Investigaciones de Astronomía, Mérida

Cada vez que escuchamos que un carro de carreras Fórmula-1 alcanza una velocidad cercana a los 400 km/h, nos asombramos. Lo mismo sucede cuando leemos sobre los trenes de alta velocidad: los más rápidos superan los 400 km/h. Los aviones jet de pasajeros convencionales viajan prácticamente a 1000 km/h, y el avión supersónico más rápido (Lockheed SR-71 Blackbird) alcanza unos 3 500 km/h, casi tres veces la velocidad del sonido (Mach 3). De poder llevar suficiente combustible, este avión daría dos vueltas completas a la Tierra ($2 \times 40\,000$ km) en poco menos de un día de 24 horas. Esto no debería sobresaltarnos. Personas que vivan cerca al Ecuador terrestre, como los venezolanos, describen cada 24 horas una circunferencia de longitud de 40.000 km con una velocidad de 1667 km/h (Mach 1,35), cuatro veces más rápido que los vehículos de Fórmula 1.

Si estos números nos asombran, recordemos que la Tierra da una vuelta alrededor del Sol en un año, en una órbita de 150 millones de km de radio, recorriendo 942 millones de km en 365 días (8 760 horas) a una velocidad de 107 500 km/h (Mach 86) o 30 km/s. Es decir, en un minuto la Tierra en su traslación recorre 1800 km, aproximadamente la distancia de Caracas a Bogotá.

Por si esto fuera poco, el Sistema Solar describe una órbita alrededor del centro de nuestra galaxia a una velocidad de 900 000 km/h (Mach 727) o 250 km/s. A pesar de esta vertiginosa velocidad, nos lleva 220 millones de años dar una vuelta completa alrededor del centro de la galaxia. El Sistema Solar se formó hace unos 4,6 millardos de años, por lo cual ha completado unas veintiún vueltas al centro galáctico durante su existencia. Como la Tierra acompaña al Sol en este movimiento, podemos estar orgullosos de viajar en un planeta a Mach 727, es decir a 727 veces la velocidad del sonido.



Física y salud

Los biomateriales

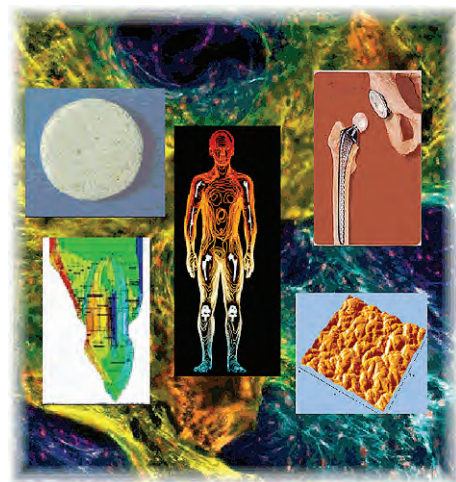
Miguel Martín, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Tal vez no recuerdes unas series de televisión hace unos años atrás donde sus protagonistas, en un caso un hombre y en el otro una mujer, habían sido reconstruidos después de sendos accidentes, sustituyendo piernas, brazos, ojos y oídos por dispositivos biónicos que les proporcionaban poderes excepcionales. Hoy en día no se necesita ser un héroe televisivo para estar en contacto con ese tipo de sucesos. Ya es bastante común en nuestra realidad actual sustituir partes clave de nuestra anatomía por "repuestos" sintéticos de alta tecnología.

Una buena cantidad de seres humanos tiene prótesis dentales hechas a base de compuestos poliméricos y cerámicos, a veces fuertemente atornillados a la mandíbula mediante pernos con propiedades especiales. Otros casos interesantes son: las prótesis para sustituir la parte superior del fémur en personas de tercera edad; el reemplazo de discos en la columna vertebral; las fibras de carbono para la sustitución de ligamentos dañados y articulaciones para la rodilla. Todos están hechos con materiales que no son tóxicos y que soportan suficientemente la reacción del cuerpo contra ellos, factores que son bien importantes en su selección y diseño.

También existen biomateriales cuya acción es más sutil. Por ejemplo, hay biopolímeros que sirven de soporte para el crecimiento de células de la piel y luego son absorbidos por el organismo dejando la capa de piel reconstruida. Los materiales hechos con silicio poroso nanoestructurado, el cual no sólo es biocompatible sino que es eliminado gradualmente, permiten su aplicación en la creación de cápsulas que liberan los medicamentos en la medida en que la cápsula es absorbida por el organismo.

El desarrollo en los últimos años de la nanociencia ha producido biomateriales que presentan propiedades a escala celular, los cuales permiten que la reparación del cuerpo sea llevada a cabo de una forma más natural y con la colaboración del propio organismo. Tal es el caso de los compuestos utilizados para la reparación ósea, como sucede con los hidroxicarbonatos de apatito. Su uso fundamental consiste en rellenar espacios donde ha ocurrido pérdida del hueso y complementar así las propiedades mecánicas y estructurales necesarias. Lo interesante es que estos compuestos son bioactivos, es decir, que presentan propiedades que facilitan la invasión celular y la regeneración paulatina como si fuera un hueso real.



Probablemente nuestro futuro individual esté marcado por sustituciones progresivas de partes de nuestro cuerpo para su reparación o mejor funcionamiento. Dientes, ligamentos, lentes intraoculares, prótesis óseas, piel, órganos artificiales, etc., todos ellas hechas con base en los avances que se produzcan en el desarrollo de los biomateriales. Y quién sabe, quizás hasta lleguemos a mejorar nuestras capacidades físicas, tal como ha sido demostrado en reiteradas ocasiones en la ciencia ficción.