



SABÍAS QUE... Los tornados se producen cuando se unen dos masas de aire, una fría en la parte superior y la otra caliente en la inferior. Entonces, el aire caliente tiende a subir y el frío a bajar. Estas masas no se mezclan sino que comienzan a rodearse dando vueltas, ocasionando un torbellino de aire que puede ser muy peligroso.



Salto de altura

Las marcas mundiales las tienen el cubano Javier Sotomayor con 2,45 m y la búlgara Stefka Kostadinova (foto) con 2,09 m.

Página 6.



Energía, eterno encanto

La energía y la persistencia cambian todas las cosas.

Benjamín Franklin
(EEUU, 1706-1790)

Página 4.



El color de la ropa

Las ropas de colores oscuros absorben más las radiaciones visibles e infrarrojas que las de colores claros.

Página 7.



Fisicosas

 $E = Mc^2$

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

Una de las conclusiones más importantes de la **teoría de relatividad especial** de Einstein es la equivalencia entre masa y energía, expresada en su famosa ecuación $E = Mc^2$. Como los físicos siempre habían pensado que la masa y la energía eran dos propiedades físicas diferentes, esta equivalencia tiene consecuencias profundas.

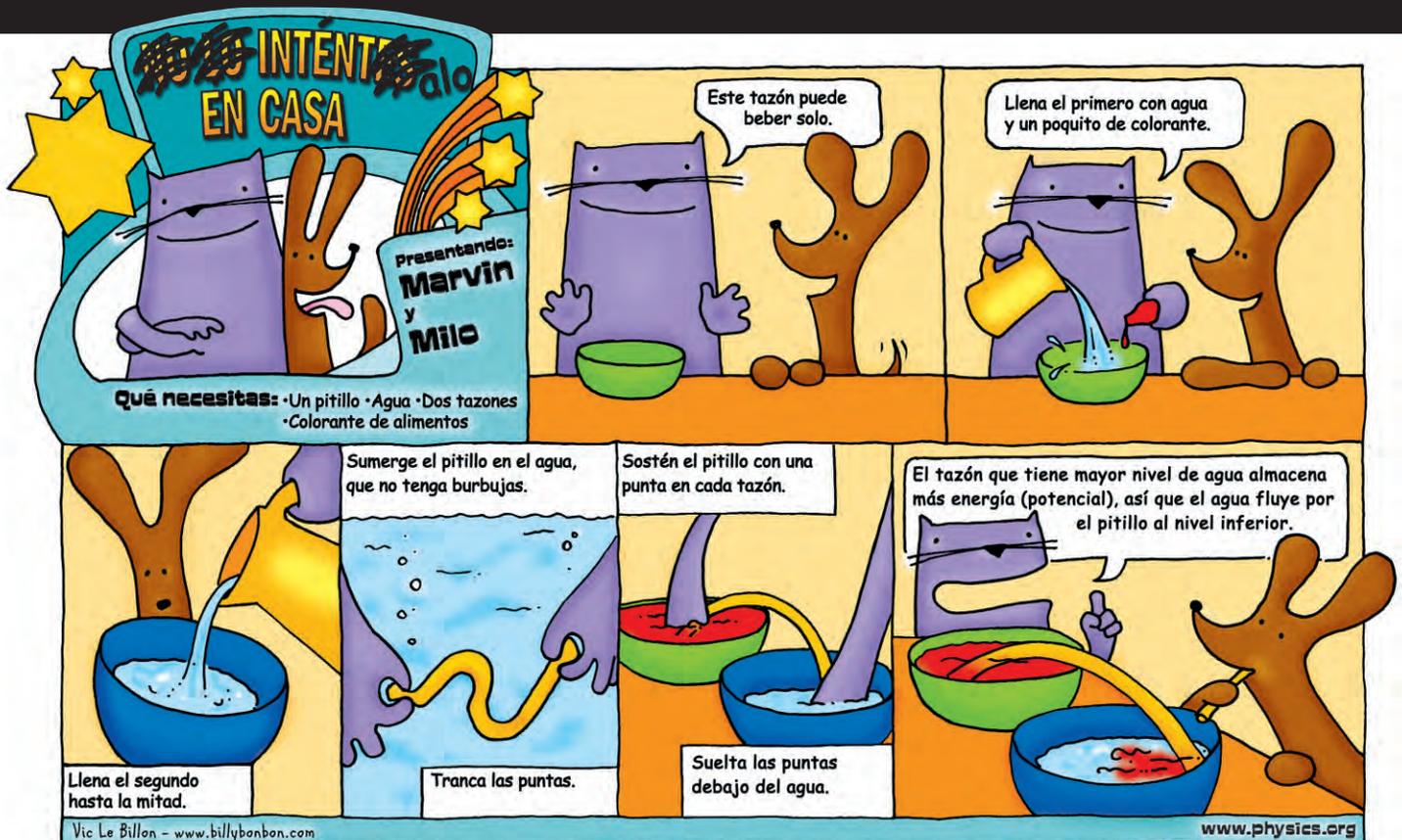
La masa es la cantidad de materia que contiene un cuerpo, la cual puede ser sólida, líquida o gaseosa, y se asumía que en todo proceso físico o químico siempre se conservaba. Por otro lado, la energía se relaciona con la capacidad que tiene la materia para moverse o cambiar de estado, y tiene diferentes formas: cinética, química, eléctrica, nuclear, etc. La ecuación $E = Mc^2$ implica que la masa y la energía son dos aspectos de la misma cosa y necesariamente no se conservan por separado, es decir podemos convertir masa en energía y viceversa. Como el factor de conversión es el cuadrado de la velocidad de la luz en el vacío (300.000 km/s), un número muy grande, la cantidad de energía que se



obtiene de un gramo de masa de un material (por ejemplo, la masa de un billete de papel) es realmente enorme: el equivalente a 20 000 toneladas del explosivo TNT. Esto tristemente se comprobó en 1945 con las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki. Por otro lado, la famosa ecuación



de Einstein ha sido vital para entender el origen nuclear de la energía luminosa del Sol y de todas las otras estrellas, y para desarrollar tecnología nuclear a fin de obtener luz eléctrica (reactores nucleares) y avances en la medicina (radioterapia, tomografía de emisión de positrones).



Luis Núñez, un físico que persigue el sueño de hacer Internet accesible para todos

Entrevista
Marielba Núñez

Decidió dedicar su carrera a lograr una plataforma para colocar a Mérida entre las ciudades pioneras en interconexión.

Ahora que Internet forma parte de la vida cotidiana, es difícil imaginar que hace apenas unos años era imposible tener acceso a las bibliotecas más grandes del mundo o enviar un mensaje de texto por un costo ínfimo a alguien que vivía en otras latitudes. El físico Luis Núñez tuvo el mérito de anticipar, hace dos décadas, que eso ocurriría y que era necesario que la Universidad de Los Andes, la institución a la que pertenece, no dejara pasar el tren de la teleinformación.

Gracias al trabajo de él y de otros que también fueron visionarios, tanto la ciudad de Mérida como la ULA son hoy en día un ejemplo de comunicación a través de las redes.

La historia se remonta a mediados de los ochenta, cuando Núñez hacía su doctorado en la Universidad Central de Venezuela y tenía la idea de aplicar la computación a las simulaciones que sirvieran para su campo de interés, la relatividad general. Entró en contacto con el Centro Científico de la empresa IBM y, durante tres años viajó regularmente a España e Italia, donde pudo ver los primeros pasos de Internet. "Una de las experiencias más bonitas que recuerdo es haber trabajado con tres grupos de investigación en tres husos horarios distintos, porque algunos estábamos en Italia, otros en Brasil y otros en México".

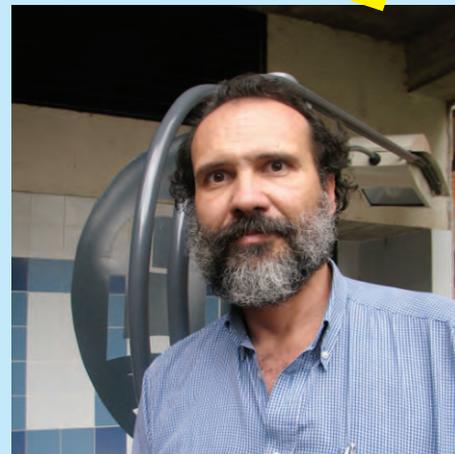
Entonces comprendió que Internet se convertiría en una herramienta cotidiana en los laboratorios. Cuando terminó su postgrado, en 1988, se mudó a Mérida donde encontró que en esa materia no había nada. En lugar de desanimarse, a Núñez se le ocurrió entonces dedicarse a construir una plataforma para permitir el desarrollo de Internet, así que trabajó en todos los aspectos técnicos que lo harían posible desde 1988 hasta 1997.

No bastaba solamente facilitar la comunicación mediante redes. "Había que colocarle valor agregado", dice con convicción. Eso se traduciría en convertir toda esa plataforma en posibilidades para que los investigadores lograran utilizar sus máquinas para facilitar sus operaciones. Gracias a un convenio entre la universidad, el Parque Tecnológico de Mérida y el Conicit (hoy Fonacit) surgió CeCaLCULA, un centro de cálculo científico, que Núñez compara con la electricidad o el agua, es decir, con un servicio básico cuyo único fin es proporcionar herramientas para resolver problemas de investigación.

Un poco después nació saber.ula.ve, un sitio en la Web donde los conocimientos que generan los científicos se ponen al alcance de quien los necesite. "En este momento la Universidad de Los Andes es una de las más activas de los países latinoamericanos en poner la información en la red".

¿Cuál es el siguiente paso?

Ahora viene Mérida inalámbrica. Es la posibilidad de contar con una conexión a Internet ubicua, desde donde estés. En este momento así ocurre dentro de varios núcleos de la universidad. Cualquiera, con un dispositivo inalámbrico, puede acceder a la información de la biblioteca o a la base de datos de la ULA. Lo que queremos es que el ciudadano que lo desee, desde la Plaza Bolívar de Mérida, pueda conectarse con el mundo.



Director del Centro Nacional de Cálculo Científico de la ULA (CeCaLCULA)

El interés de Luis Núñez por emprender retos también se manifiesta en sus aficiones. Es amante del alpinismo y esa fue una de las razones por las que decidió mudarse, en 1979, a Mérida, donde comenzó a dar clases en la Universidad de Los Andes.

Nació en Valencia, pero estudió en Caracas, en el liceo Martín J. Sanabria y, luego, en la Universidad Simón Bolívar, de donde egresó en 1978. Recuerda con emoción que perteneció a la primera promoción de graduados de física de esa universidad. "Eso significa que nosotros construimos la carrera de física, participamos en la creación de sus programas de estudio, para que le sirvieran a las generaciones que venían después", dice orgulloso.

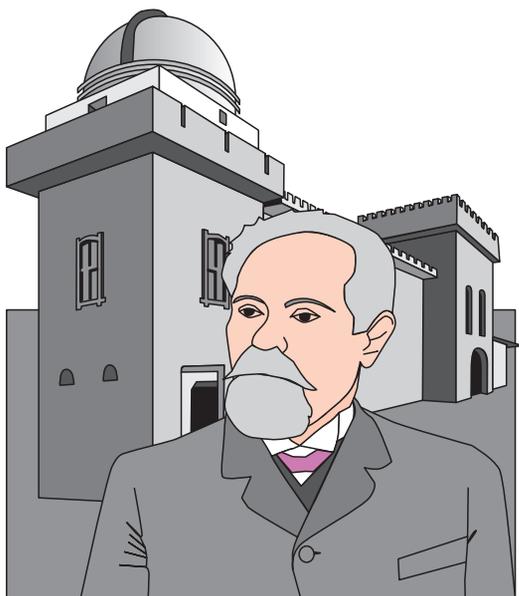
Entre los físicos que admira está el Premio Nobel Richard Feynman, conocido como el precursor de la nanociencia (que manipula objetos a la escala de los átomos). También su profesor de doctorado en la UCV, Luis Herrera Cometta, "el gaucho". En ambos reconoce una sencillez que no admite poses. La misma que a él le anima.

La física en la historia Jesús Muñoz Tébar y el Observatorio Cajigal

Yajaira Freites, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

En 1888, durante el mandato del presidente Juan Pablo Rojas Paúl, se decretó la creación del Observatorio Cajigal en la Colina Quintana, con funciones en astronomía y meteorología. Se designó una Junta de Fomento integrada por los ingenieros Germán Jiménez (1861-1929), Agustín Avelado (1837-1926) y Henry Lord Boulton (1855-1921) para administrar los fondos y vigilar su construcción. Los dos últimos estaban interesados en la astronomía: Avelado era profesor de geodesia y astronomía aplicada en la Escuela de Ingeniería, en tanto Boulton había construido en su casa un pequeño observatorio equipado con un anteojo ecuatorial de la casa Bardou. El cuarto y, tal vez el más importante personaje en la creación y construcción del Observatorio, fue el entonces ministro de Obras Públicas, Jesús Muñoz Tébar (1847-1909).

Muñoz Tébar (ilustración) se graduó de ingeniero en la Academia de Matemáticas en 1867 y fue el primer ministro de Obras Públicas (1874). Siempre tuvo intereses en la astronomía y fue autor de varios textos, entre los cuales se han podido conocer *Ocultación de las Pléyades (s/f)*, *Estrellas fugaces, bólidos y aerolitos* (1891) y *Estudios cosmogónicos* (1889). Para 1891 el edificio del Observatorio todavía no se había terminado, pero empieza sus actividades bajo la conducción de su primer director, el astrónomo italiano Mauricio Buscalioni (?-1894).



Energía, eterno encanto

Ernesto Medina Dagger, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

La idea de un fluido que dé “vitalidad” a las entidades de la naturaleza, sean éstas cuerpos inanimados o seres vivos, es una intuición que empieza con los griegos. El término “energía” viene del griego y quiere decir activo o trabajo interno. Fue usado por primera vez alrededor de 1800 por el científico inglés Thomas Young. A pesar de que el concepto cualitativo de energía se intuía desde hacía mucho tiempo, su cuantificación no se comenzó a explorar hasta los trabajos de René Descartes y Gottfried Leibniz durante el siglo XVII. Este último fue el primero en identificar a Mv^2 , donde M es la masa de un cuerpo y v su velocidad, como una cantidad que se mantenía constante (se conservaba) en rudimentarios experimentos con péndulos simples. Leibniz llamó a esta cantidad “*vis viva*” (fuerza viva), y junto con otra cantidad física denominada **momento** (cantidad de movimiento) calculada como Mv , servía para la descripción del comportamiento de los cuerpos físicos bajo la acción de fuerzas y desplazamientos, disciplina conocida como la **mecánica**. El momento resultaba especialmente útil ya que era una cantidad que no era afectada por las asperezas de los rudimentarios experimentos mecánicos de la época, manteniéndose constante aún cuando estas experiencias involucraran la misteriosa fuerza de fricción o roce, la cual degradaba a la *vis viva* de Leibniz. La energía, en la concepción de Leibniz, sólo correspondía a lo que ahora conocemos como la **energía cinética**, o aquella energía asociada con el movimiento de los cuerpos. Sin embargo, pronto se reconoció a la **energía potencial** como una segunda forma de energía mecánica, la cual se manifestaba como una manera de almacenar a la *vis viva*.

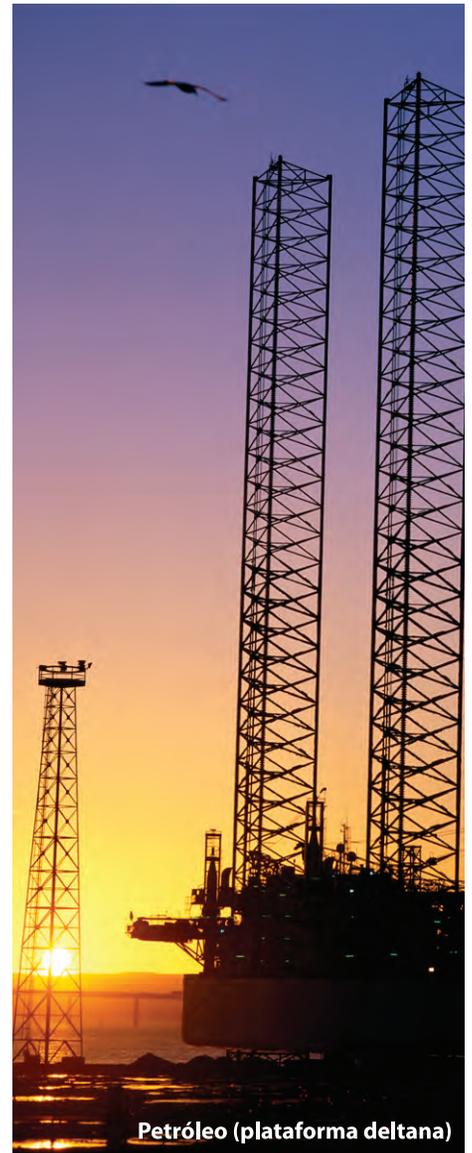
El siguiente paso en la evolución del concepto de energía se concretó a través de las contribuciones de William Thomson (Lord Kelvin), a mediados de 1800, en su elaboración cuantitativa de la teoría del comportamiento del calor: la **termodinámica**. Es aquí donde adquiere sentido la energía como un concepto que va más allá de su aplicación en la mecánica de los cuerpos simples y que, además, se presenta de diversas formas: el calor, el trabajo, la energía eléctrica, magnética y química,



Aprovechamiento de energía eólica

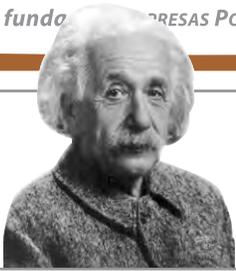
entre otras muchas. Lo más interesante de la termodinámica es que permite, mediante la conservación de energía, transmutar una forma de energía en otra, es decir, convertir, por ejemplo, la energía química en luz, o en calor, en energía sonora o en trabajo mecánico.

Este ejemplo es obvio cuando pensamos en la pila que usamos en las linternas, los juguetes o en los equipos de sonido portátiles. Una pila es simplemente un reservorio de energía potencial química que se convierte en la energía cinética de una corriente eléctrica (electrones en movimiento), luego en calor en una resistencia que a su vez, al calentarse, se ilumina encendiendo un bombillo. En un equipo de sonido, la variedad de las transmutaciones



Petróleo (plataforma deltana)

de la energía es más sorprendente aún. Esta vez la corriente eléctrica, que ahora cambia de dirección en el tiempo según la música que se escuche, muda la polaridad del campo magnético producido por una espira (un enrollado de alambre), alternando en dirección el norte magnético de la misma. La energía cinética de los electrones pasa ahora al campo magnético producido por la espira que interactúa con un campo de un imán para producir fuerzas de atracción o repulsión entre el imán y la espira. Estas fuerzas finalmente mueven a un diafragma (membrana plana), unido a la espira, que transfiere su energía al aire que rodea la corneta produciendo sonidos audibles. Esta maravillosa variedad de transmutaciones



*La energía tiene masa
y la masa representa energía.*
Albert Einstein (Alemania, 1879-1955)



Aprovechamiento de energía hidráulica

hace pensar que no hay límites para su uso tecnológico.

Más allá del concepto de que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma, como aprendimos en la escuela, la función que expresa la energía tiene un significado mucho más profundo. Un principio que unifica las distintas disciplinas de la física es el **principio variacional**, también conocido como el principio de extremos de la función energía. A mediados del siglo XIX, el científico irlandés William Rowan Hamilton, continuando con el trabajo pionero de Joseph-Louis Lagrange, consigue una conexión entre los mínimos de la acción (una función directa de la energía) de un sistema y las ecuaciones que rigen el movimiento de los cuerpos físicos.



Aprovechamiento de energía solar

En otras palabras, el principio variacional relacionado con energía permite obtener las ecuaciones de movimiento de Newton. Un principio variacional parecido une a la mecánica con la termodinámica para responder preguntas del tipo, ¿cómo evolucionan dos cuerpos a distintas temperaturas si se ponen en contacto?, ¿cuál es el trabajo mecánico máximo que podemos aprovechar de la diferencia de temperaturas de los cuerpos? Ambas preguntas se pueden responder haciendo uso del principio variacional de los mínimos de la energía que nos permite hallar las condiciones de equilibrio termodinámico de los sistemas físicos. No es de extrañar que en esta corta exposición sobre el concepto de energía Albert Einstein también se vea involucrado.

Grabado donde aparece Benjamin Franklin (EEUU, 1706-1790) experimentando con un cometa que le llevó a inventar el pararrayos.



*La energía y la persistencia
cambian todas las cosas.*



La energía es un eterno encanto.
William Blake
(Inglaterra, 1757-1827)

La contribución popularmente más reconocida de Einstein es quizás la equivalencia entre masa y energía de acuerdo con la famosa relación $E = Mc^2$, donde E es la energía, M la masa de un cuerpo y c la velocidad de la luz. Esta equivalencia es una manera más de expresar la transmutabilidad de la energía, siendo la masa una de sus múltiples formas. La energía es definitivamente un concepto unificador que determina la capacidad para el cambio.

RETO

¿Por qué sentimos fresco cuando nos abanicamos?



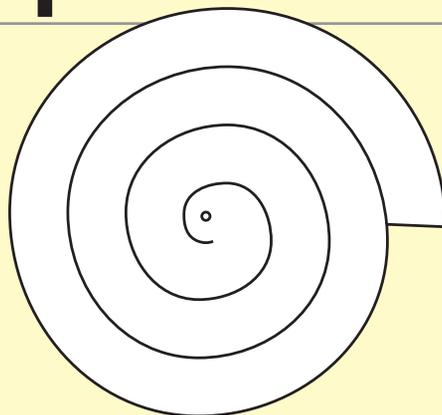
Resultado: <http://www.fundacionempresaspolar.org/fisica>

Prueba y verás

¡El bombillo produce movimiento!

Parque Tecnológico de Mérida

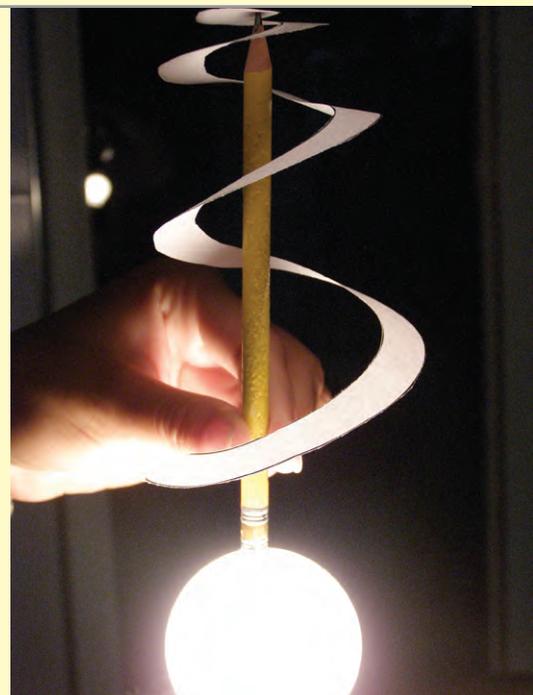
Un bombillo caliente transmite calor al aire. Desde la antigua Grecia se sabe que los objetos livianos se mueven cuando se ponen en contacto con corrientes de aire caliente. Veamos qué ocurre... Traza el patrón anexo en un papel. Córtalo hasta lograr una espiral. Equilibra el centro de la espiral sobre la punta de un lápiz, haciendo una marca para evitar que la espiral se caiga. Procura no agujerear el papel.



Acerca este montaje de la espiral sobre un bombillo que ha sido prendido con anterioridad. ¡La espiral comienza a girar lentamente!

Ocurre que el aire caliente es un gas y, a medida que se calienta, más rápido se mueven las partículas gaseosas haciendo que la masa de gas sea menos densa. Este gas caliente y más liviano asciende,

y el aire más frío ocupa inmediatamente su lugar provocando un desplazamiento de aire que choca contra la espiral y la mueve. De manera similar surgen los vientos que no son otra cosa que aire que asciende por su contacto con el suelo caliente de la Tierra, cuyo espacio es ocupado por aire frío creando movimiento continuo en la atmósfera.



Deportes

Saltando alto

Rogelio F. Chovet

Los primeros atletas del salto alto lo realizaban con los pies juntos y sin carrera. El francés Pierre Lewden ejecutó su salto donde tomaba carrera y afrontaba el listón haciendo una especie de tijera con sus piernas, pasando primero una pierna y después la otra, llegando a salvar una altura de 1,97 metros. El siguiente cambio lo introdujo George Horine con el nombre de "Western roll" que era una especie de rodillo, ya que el cuerpo se volteaba sobre el listón, pero se hacía de espaldas, llegando a flanquear los dos metros.

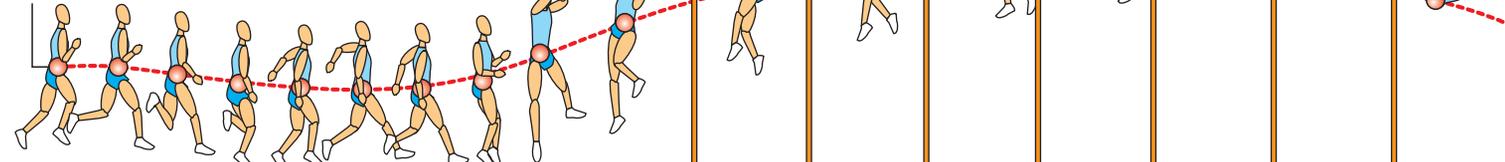
El estilo "Fosbury flop" revolucionó el salto de altura en las Olimpiadas de 1968, en México. Su creador, Dick Fosbury, un joven atleta estadounidense, con solo 21 años, consiguió la medalla de oro en salto de altura, con un espectacular salto de 2,24 metros y con un estilo un tanto peculiar: ¡de espaldas!

Este método, que se utiliza actualmente, permite al atleta superar alturas mayores de las que puede elevar su **centro de masa**, maximizando de esta manera el uso de su energía.

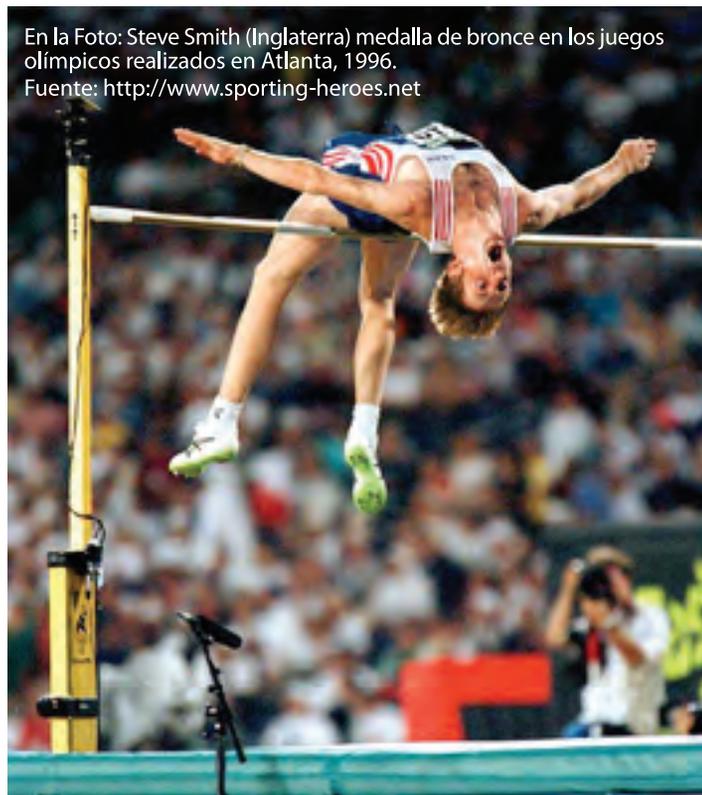
Las marcas olímpicas de salto de altura las obtuvieron el norteamericano Charles Austin en Atlanta, 1996 (2,39 m) y la rusa Yelena Slesarenko en Atenas, 2004 (2,06 m).

El **centro de masa** es el punto donde se puede considerar concentrada toda la masa del atleta. Nota en la figura cómo esta técnica de salto le permite superar la altura de la barra aunque su centro de masa pasa por debajo de ella.

Centro de masa



En la Foto: Steve Smith (Inglaterra) medalla de bronce en los juegos olímpicos realizados en Atlanta, 1996.
Fuente: <http://www.sporting-heroes.net>



La física en.. la fusión del uranio

Poca masa convertida en mucha energía

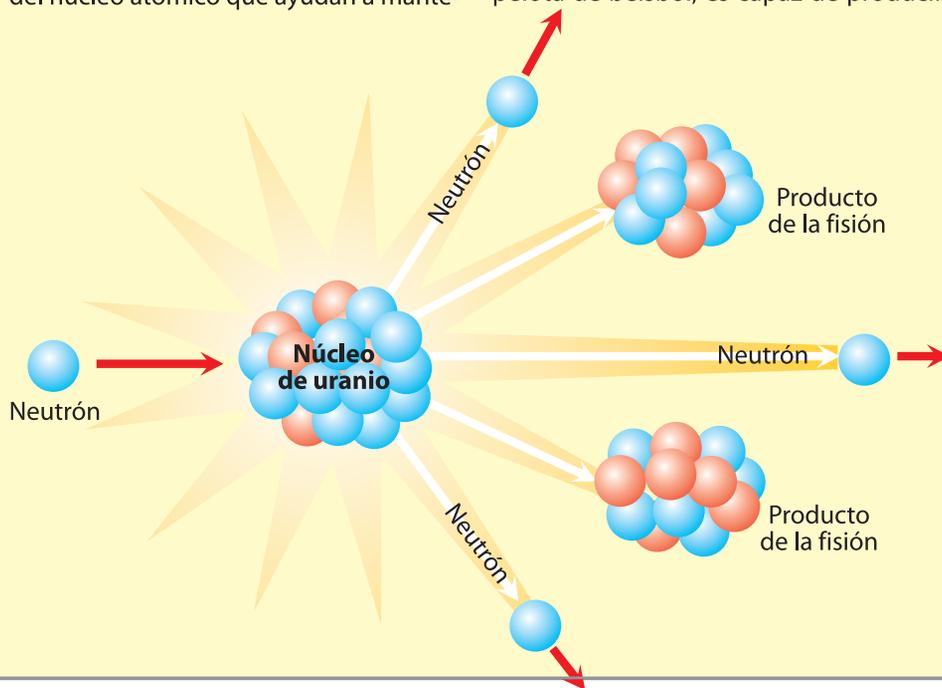
Parque Tecnológico de Mérida

Existen ciertos elementos químicos en la naturaleza que son radiactivos. Los átomos de estos elementos son inestables y emiten espontáneamente varios tipos de partículas (alfa, beta, gamma). Algunos átomos inestables, además del decaimiento anterior, se fisionan (se rompen en dos partes menores) emitiendo neutrones: partículas neutras del núcleo atómico que ayudan a mante-

ner "pegados" a los protones. Cuando esto ocurre, la masa de los fragmentos es menor que la masa del núcleo inicial. ¿Qué pasa con la masa perdida? Según la relación de Einstein, $E = M c^2$, la diferencia de masa se convierte en energía.

La fisión de medio kilogramo de uranio radiactivo (^{235}U), de tamaño menor que una pelota de béisbol, es capaz de producir

una energía equivalente a la que se obtiene por la combustión de 3,5 millones de litros de gasolina. Esta energía se usa en los reactores nucleares para calentar agua hasta obtener vapor, que a su vez hace girar una turbina generadora de electricidad. En submarinos y portaviones impulsados mediante energía nuclear, las turbinas además de producir electricidad hacen girar las hélices.



Reacción en cadena en la fisión del uranio. Un neutrón que incide en un núcleo uranio produce, además de los elementos de fisión (^{141}Ba y ^{92}Kr), neutrones secundarios que crean a su vez más fisiones.



Curiosidades

¿Qué ropa utilizar?

Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas

¿Qué tipo de ropa se debería utilizar en el trópico o zonas cálidas? En el trópico las temperaturas son elevadas y las radiaciones solares son intensas, por lo tanto, es necesario usar ropa para protegernos de las radiaciones solares que llegan de forma más directa que en otros lugares. Las ropas de colores oscuros absorben más las radiaciones visibles e infrarrojas que las de colores claros, por esta razón es recomendable utilizar telas claras o blancas. Si se dispone de suficiente cantidad de agua es saludable contar con ropas de tejidos amplios (porosos) para que el sudor pueda salir y se refresque la piel. Si no disponemos de suficiente agua, como es el caso de los desiertos, la ropa debe tener un tejido más compacto, menos poroso, para evitar la pérdida de agua y, por consiguiente, la deshidratación. Además, hay que utilizar en estos sitios ropas holgadas para que el aire circule entre la ropa y la piel refrescándola sin demasiada transpiración, ya que el sudor es la forma natural utilizada por el cuerpo para bajar la temperatura corporal.

El liqui-liqui o liqui-lique blanco es un traje tradicional de los llanos venezolanos y colombianos, y se adecúa plenamente a las características climáticas de esa zona.



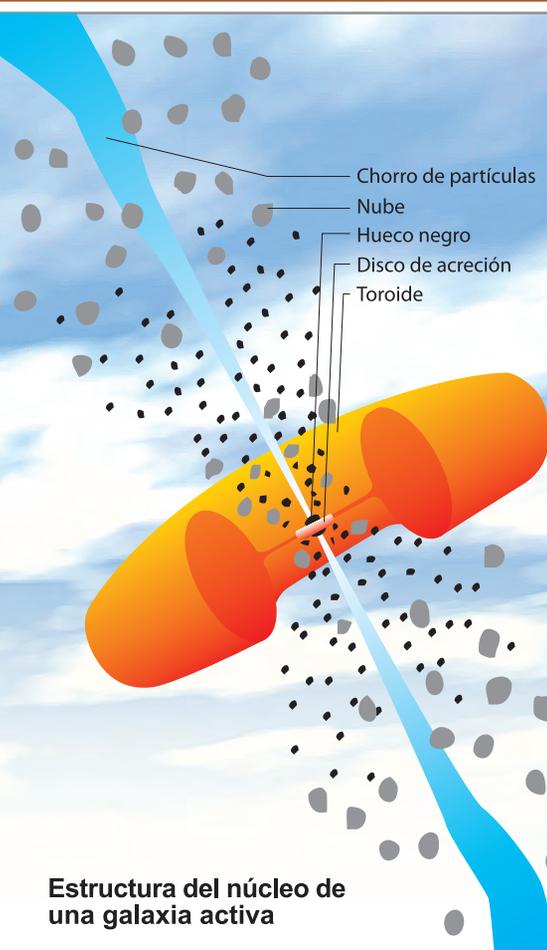
Tras el cielo azul

Dragones en el cielo

Ángel Manuel Bongiovanni, Centro de Investigaciones de Astronomía, Mérida

Se estima que hay más de cien mil millones de galaxias. Son los *ladrillos* que constituyen el mayor *edificio* que conocemos: **el universo observable**. En un sentido general, las galaxias son sistemas formados por estrellas, gas, polvo y materia oscura, sostenidos por su propia gravedad. Si observamos las galaxias, tal como un geólogo hace con las rocas y sus agregados en la Tierra, notaremos enseguida que podríamos agruparlas usando criterios de forma, color, edad dominante de sus estrellas, brillo total, etc. Y para muchos astrofísicos, aquí viene lo mejor: entre 10 y un 20% de las galaxias que vemos deben su brillo no solamente a las estrellas y al gas ionizado sino a la enorme cantidad de energía que emite una compacta región en su centro. Estas son las galaxias "activas"; *cuasares*, *blazares*, *galaxias Seyfert*, tales son los nombres asociados con algunas de estas "criaturas". Y como fantásticos dragones que escupen fuego por sus fauces, la región central de determinadas galaxias emite veloces chorros de partículas que alcanzan distancias comparables a sus propias dimensiones, estimulando la emisión de energía en el envoltorio material de sus *núcleos*.

Hoy se admite que en el corazón de la región central de al menos cada galaxia activa hay un *agujero negro* con una masa de diez, cien o mil millones de veces que la de nuestro Sol, el cual hace las veces de eficiente *motor* del mecanismo descrito. El intenso campo gravitatorio que genera el agujero negro provoca la precipitación sobre un disco de buena parte del material galáctico a su alrededor gracias a la conservación del momento angular. La rotación diferencial y la fricción del material en el disco producen altas temperaturas, plasma y campos magnéticos intensos. Cuando la materia disponible se agota, en el curso de una fracción importante de la edad de la galaxia, la pirotecnia del dragón se extingue y la criatura regresa a la normalidad.



Estructura del núcleo de una galaxia activa

Física y salud

Los nanorobots

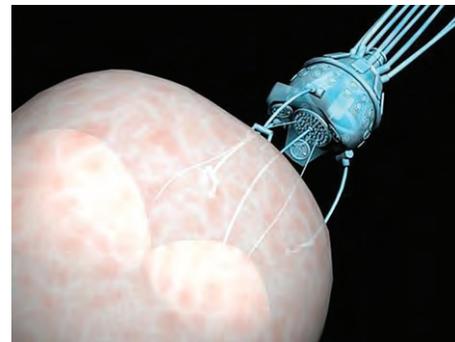
Miguel Martín, Universidad Central de Venezuela, Caracas

Un **nanorobot** es una pequeña máquina cuyo tamaño es del orden de magnitud de algunos nanómetros (1 nanómetro equivale a la mil millonésima parte de un metro). Aunque el diseño de los nanorobots para aplicaciones en la medicina está en muchos casos impregnado de una gran imaginación y ciencia ficción, no deja de tener posibilidad de realizarse en los próximos años. Mucha de la inspiración proviene de la misma naturaleza.

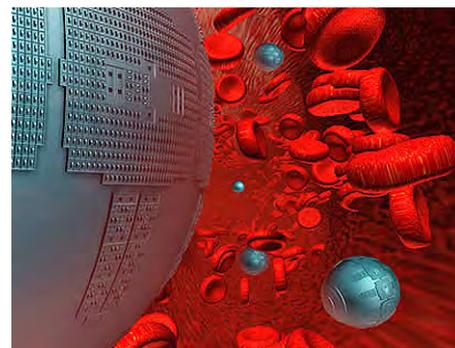
Si damos un vistazo a los organismos vivos, nos damos cuenta de que se encuentran formados por enormes conglomerados de "nanomáquinas", o mejor dicho, de células que realizan incansablemente tareas específicas. De allí que entre las nuevas ideas se haya propuesto la creación de nanorobots con la capacidad de recoger material de desecho en los tejidos (células muertas, bacterias, cuerpos extraños e invasores) y destruirlos químicamente, tal y como lo hacen los glóbulos blancos presentes en

la sangre. También crear nanomáquinas que presenten detectores específicos para fijarse a las membranas de ciertas células, por ejemplo, células cancerosas, penetrar en ellas y liberar en su interior algún tipo de potente veneno que destruya la célula. Inclusive algunas ideas llegan al extremo de desarrollar máquinas con sistemas de propulsión y herramientas que permitan hacer reparaciones celulares más finas.

No pensemos que esta tecnología necesariamente tiene que parecerse a réplicas diminutas de las máquinas que conocemos, pues a esa escala todo funciona fundamentalmente con bioquímica. Lo más probable es que el "motor" se parezca al que ya existe en células que presentan cola y se desplazan, tales como los espermatozoides. Como vemos, la búsqueda de inspiración en la propia naturaleza, con sus nanomáquinas que sin duda funcionan, permitirá en un futuro cercano hacer de la ficción una realidad.



Simulación 3D de nanorobot reparador de células. Fuente: www.nanotech-now.com



Simulación 3D de microcápsula para el transporte de oxígeno. Este glóbulo rojo artificial podría servir en la sustitución de la sangre por transfusión, para el tratamiento de la anemia, el diagnóstico y cura de los tumores, en la prevención de la asfisia... Fuente: www.cite-sciences.fr