

Reto

¿Por qué somos más altos en la mañana que en la noche?

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



Golf y nanotecnología

Se está utilizando nanotecnología para fabricar pelotas de golf que describen trayectorias más rectilíneas que las tradicionales.

Página 6.



La nanotecnología



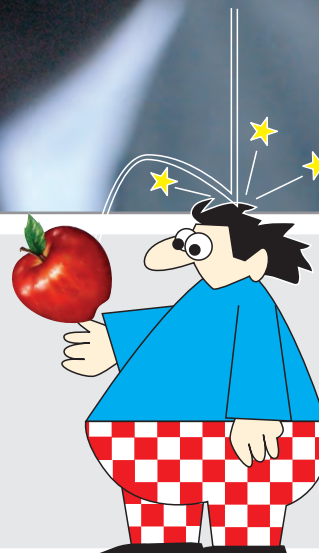
El profesor Zhong Lin Wang de Georgia Tech (EEUU) muestra un modelo de nanocircuito integrado que se podría utilizar para accionar nanodispositivos.

Página 4.

Gravedad terrestre

De todas las fuerzas presentes en la Tierra, la gravedad es la que más nos afecta sin que realmente nos percatemos de ello.

Página 8.



Fisicosas

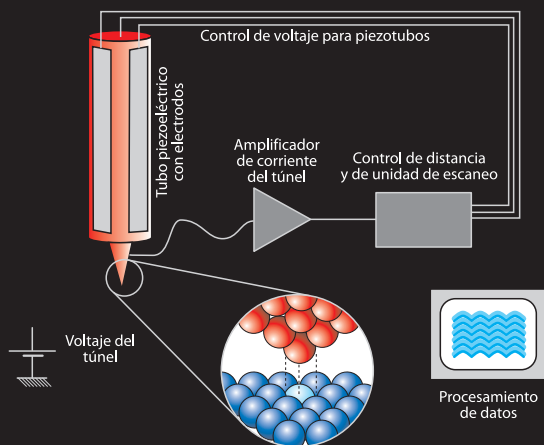
Efecto túnel

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

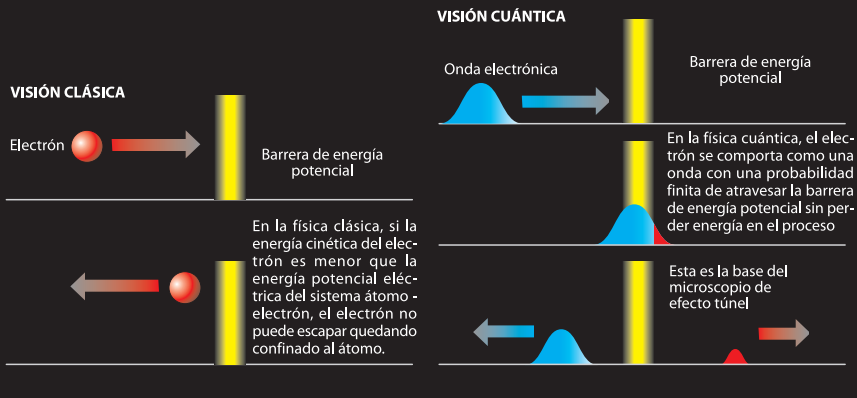
Con el invento del **microscopio de efecto túnel** a comienzos de la década de 1980, prácticamente se inauguró la era de la **nanotecnología** ya que permitía, por primera vez, manipular átomos individualmente y fotografiar superficies con una resolución asombrosa de más de 0,05 nm. Este dispositivo consta de una punta muy afilada que recorre la superficie de la muestra a apenas 0,1 nm de altura, y cuando se establece un potencial eléctrico en esta brecha, se genera una corriente muy pequeña producida por electrones que se filtran de los átomos superficiales por el **efecto túnel**.

Este es un efecto netamente cuántico, donde los electrones, al comportarse como ondas en vez de en su forma clásica de partículas, tienen una probabilidad finita de traspasar barreras energéticas. Como la barrera energética de cada átomo tiene un ancho diferente, entonces la magnitud de la corriente que se genera en la punta del microscopio puede producir un mapa de densidades donde se empiezan a distinguir los átomos individualmente. El efecto túnel es protagonista en una gama variada de procesos microscópicos, algunos muy importantes como la fusión de núcleos de hidrógeno para formar helio, la fuente energética del Sol y de la mayoría de las estrellas.

MICROSCOPIO DE EFECTO TÚNEL



EFECTO TÚNEL



¡¡¡¡¡ INTENTALO EN CASA

Presentando: **Marvin y Milo**

Qué necesitas: -Un poco de agua -Unos lápices -Una bolsa plástica con cierre hermético

¿Has visto mi ingeniosa bolsa indestructible?

Llena la bolsa plástica con agua.

Traspasa la bolsa con un lápiz.

Entonces con otro... y otro.

La bolsa no explota porque el plástico se estira en vez de romperse cuando se insertan los lápices.

Si sacas un lápiz, puedes tapan la filtración reinsertándolo de nuevo.

Vic Le Billion - www.billybonbon.com www.physics.org

Alexander López participa del sueño de crear una computadora cuántica

Entrevista
Marielba Núñez

Alexander López es un investigador postdoctorante en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) que se ha aventurado en un territorio prometedor, aunque todavía incipiente, el de la teoría de la **información cuántica**. Como él mismo lo dice, quiere crear computadoras para que la computación cuántica sea una realidad.

Alejada de la lógica del mundo macroscópico, la física cuántica intenta entender el comportamiento que rige el mundo de los átomos, recuerda López. En la física clásica, "los objetos cotidianos tienen propiedades que les son inherentes, independientemente de que yo los observe". En la física cuántica no es así. "Allí hay una interdependencia entre el objeto estudiado y el aparato de medición". Lo que quiere decir, añade, es que siempre que un objeto se mide –en terrenos cuánticos– se pierde parte de la información original.

Una de las áreas en las que ha incursionado tiene que ver con la encriptación, una forma de codificación completamente segura que se basa en lo que se denomina "reducción del paquete de ondas", y que precisamente usa a su favor el hecho de que cualquier sistema cuántico experimenta un cambio al ser medido. López señala que este tema también tiene que ver con uno de los aspectos más sorprendentes de la física cuántica: las correlaciones. La más famosa de todas es la del **Gato de Schrödinger**, que describe el experimento hipotético que permite a un gato estar vivo y muerto a la vez. "Ésta no es más que una paradoja para describir la posibilidad cuántica de que un átomo tenga dos estados superpuestos, mientras no haya un observador que lo determine".

En su trabajo en el IVIC, López se ha interesado en aplicar esas correlaciones en materiales sólidos, lo que implica el desafío de trabajar con características distintas. "A diferencia de los fotones, que son los que se han usado principalmente para hacer codificación, las partículas en un medio sólido tienen carga eléctrica e interactúan entre sí".

Otro lugar prometedor es el de la **teleportación**, que aspira a poder transportar una partícula de un lugar a otro de forma instantánea. Sin embargo, en el caso de la cuántica, lo que se hace es copiar una partícula con todas sus características en otro sitio, aunque eso implica que la partícula original se destruya.

¿Por qué una computadora cuántica? Para López es el paso siguiente en un mundo que tiende a la miniaturización de la tecnología. De allí las enormes inversiones, comenta, que grandes compañías están haciendo en esta área.

Actualmente, este investigador quiere concentrarse también en la espintrónica que se propone como una alternativa a la electrónica convencional, y la cual aspira a aprovecharse de las propiedades cuánticas para generar energía. "Mi idea es dedicarme a la investigación aunque sé que no es un paradigma en Venezuela, porque siempre que alguien dice que es físico piensan que va a dar clases". Para él, la ciencia es un "viaje placentero que siempre ofrece nuevas perspectivas". Y lo demuestra con cada trabajo que emprende.



Steffen Glaser con López en el Instituto Max Planck para Sistemas Complejos, Dresden, Alemania.

Este físico, que da sus primeros pasos en la carrera de investigación, se ha concentrado en un área de vanguardia.

Cuando tenía 15 años, Alexander López tuvo que dejar su Cali natal para venirse a Venezuela. Corría el año de 1986 y él no había terminado todavía de estudiar bachillerato. Una vez en el país, obligado por su padrastro, se puso a trabajar en oficios diferentes que fueron desde ayudante de camión hasta mesonero.

Peró un buen día cayó en sus manos *Historia del tiempo*, un libro de divulgación científica escrito por Stephen Hawking, que había venido como regalo en un periódico. Luego de leer aquel texto, López supo lo que quería hacer en la vida. Fue así como, en 1994, retomó sus estudios en un parasistema. Después de graduarse en 1997, presentó la prueba interna de selección de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela y, sosteniéndose económicamente gracias a bolsas de trabajo, preparadurías y a trabajos esporádicos, pudo hacer realidad su sueño.

Actualmente, él mismo da clases de física en la UCV y pertenece a un grupo de divulgación científica llamado Physis. Con su gorra de béisbol y chaqueta deportiva dice que se parece a su profesor de física del parasistema, que le dijo que estaba loco cuando le contó que quería estudiar esa carrera. "Por eso es que ahora cargo la misma pinta que tenía él", cuenta, con una sonrisa.

Sus estudios de doctorado los ha hecho de la mano de Ernesto Medina, a quien le agradece haberlo enrumado. A quienes quieran aventurarse en la física, los anima. "Hay maravillosas oportunidades para estudiantes porque la carencia de físicos en Venezuela es notoria". Reconoce que muchos de los grandes hallazgos de esta rama comienzan como juegos, "pero luego terminan siendo importantes para muchas cosas".

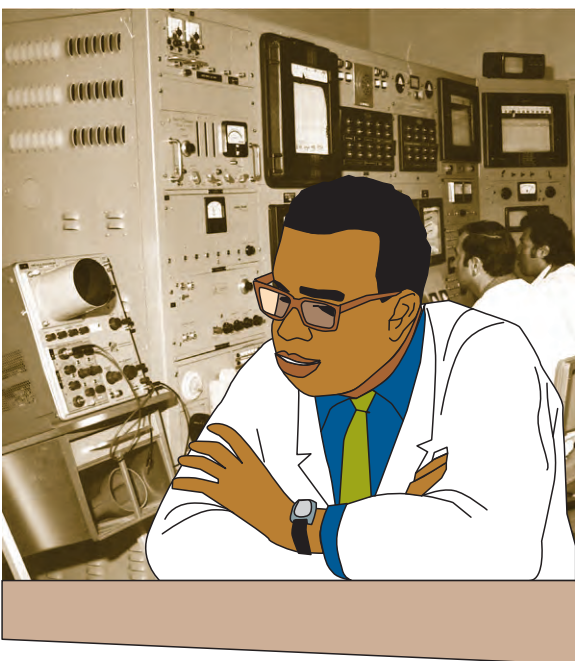
La física en la historia El primer radioisótopo en el IVIC

Yajaira Freitas, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

Si para 1960 Venezuela contaba con el reactor nuclear RV-1, tenía pocos físicos e ingenieros nucleares que pudieran manejar y aprovechar un instrumento de tal complejidad. Por ello, antes de su inauguración en noviembre de 1960, las autoridades del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) enviaron al exterior a cinco jóvenes ingenieros para que tomaran un curso acelerado en la especialización de ingeniería nuclear.

El RV-1 fue puesto a punto, alcanzando el nivel crítico en julio de 1960, gracias al manejo del físico argentino Fidel Alsina Fuertes (1912-1999) y del ingeniero venezolano Gustavo Rada (?-2007) –ilustración. Al año siguiente, los ingenieros venezolanos, con Rada a cargo de la operación del reactor y Mentech Colonos en la parte de radioquímica, produjeron el primer radioisótopo en el IVIC: potasio radiactivo. Éste fue usado en las investigaciones que realizaban en el Laboratorio de Biofísica los científicos Leopoldo Villegas y Gilberto Rodríguez (1929-2004). Dicho isótopo se empleó como un marcador en experimentos sobre el transporte de potasio en hojas de algunas plantas acuáticas venezolanas.

Para aquel entonces, los isótopos radioactivos eran de libre importación, y se había extendido su aplicación tanto en la industria como en los laboratorios de investigación. Sin embargo, no estuvo acompañada de entrenamiento que protegiera tanto a los profesionales que los usaban como a la comunidad. Por esta razón las autoridades del IVIC crearon, en 1961, la Escuela de Isótopos que estuvo abierta hasta el año 1965.



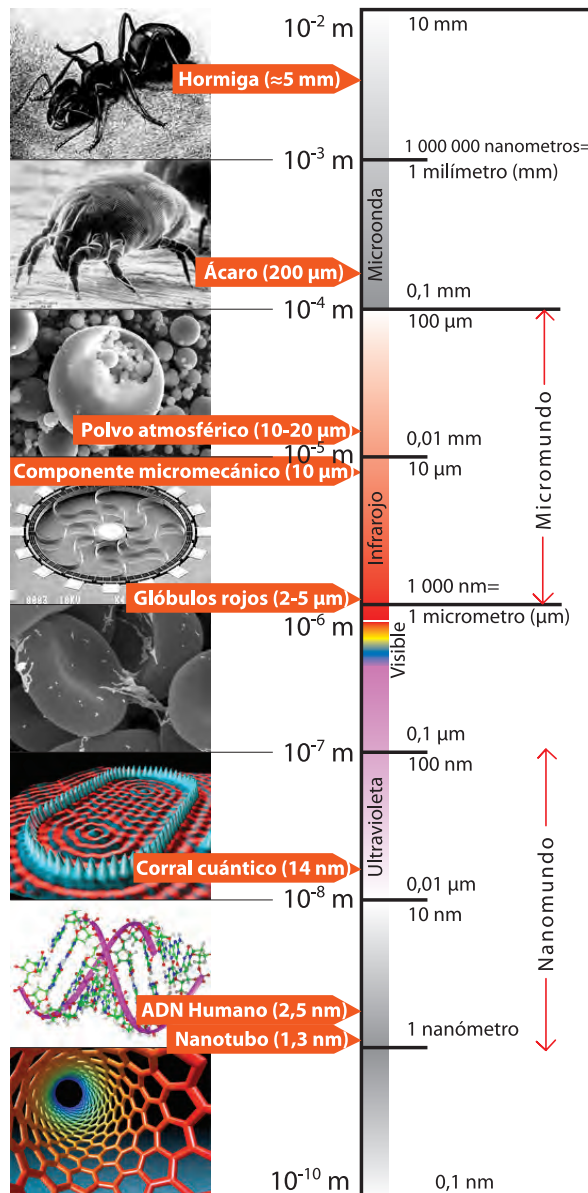
La nanotecnología: la ciencia de

Pedro A. Serena, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC), Madrid, España

¿Qué joven venezolano no conoce la existencia del reproductor iPod Nano® de Apple®? ¿Quién no ha oído la palabra “nanotecnología” en alguna película como *Minority Report*, *Spy Kids* o *Spiderman*? ¿Quién no ha visto algún artículo de divulgación científica en la prensa en la que se hable de nanotecnología? Si introducimos en un buscador de información en Internet la palabra “nanotechnology”, aparecería citada en varias decenas de millones de páginas Web. Se puede decir que, en efecto, la nanotecnología está irrumpiendo en nuestras vidas sin que muchas personas sepan de qué se trata. Intentaremos aportar una sencilla visión de qué es la nanotecnología, sus principales características, lo que podemos esperar de ella y cuáles aplicaciones va a tener.

Respondamos a las preguntas, ¿qué es la nanociencia?, ¿y la nanotecnología? No es muy complicado en el fondo. Ambas tratan del estudio de la materia cuando se nos presenta en porciones o fragmentos característicos de tamaño nanométrico. Un nanómetro (nm) es una unidad de longitud muy pequeña: la millonésima parte de un milímetro (10^{-9} metros). Las moléculas, los virus y las membranas celulares, por ejemplo, son entidades que miden unos cuantos nanómetros. En un nanómetro podríamos alinear cuatro o cinco átomos según la especie atómica. Se dice que trabajamos en la “nanoescala” cuando estudiamos y manipulamos entidades que tienen tamaños inferiores a los 100 nm (aunque este límite está arbitrariamente fijado). La nanociencia es el conjunto de conocimientos que el hombre está acumulando para entender cómo funcionan los fenómenos físicos, químicos y biológicos en la nanoescala. La nanotecnología, rama del saber que pone más énfasis en las aplicaciones, pretende usar estos conocimientos para fabricar nuevos objetos y dispositivos y aplicarlos en muy diferentes ámbitos.

Una primera idea clave es que la nanotecnología es multidisciplinar ya que físicos, químicos, biólogos e ingenieros “convergemos” en el estudio de las entidades pequeñas desde percepciones diferentes, con distintos vocabularios y formas de trabajar. Una cadena de ADN es un ente nanométrico, como lo es una molécula o un transistor de los que nos podemos



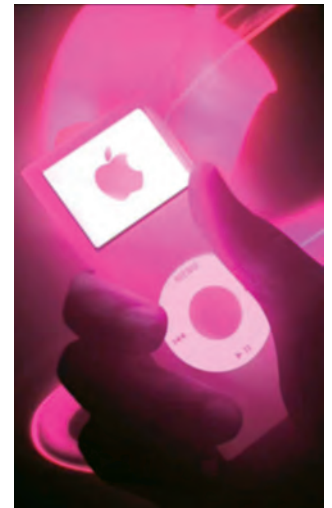
encontrar en los modernos computadores. Cuando observamos la naturaleza a pequeña escala, todas las ramas del saber se encuentran con los mismos objetos: los átomos y sus cientos de miles de combinaciones y posibilidades.

Pero, ¿por qué hacer las cosas pequeñas? Los objetos pequeños tienen propiedades diferentes a las que presentan cuando sus dimensiones son macroscópicas. Una propiedad que cambia de forma evidente cuando disminuimos el tamaño es la relación superficie/volumen. Un material rebanado tiene más superficie relativa, y más superficie significa más reactividad, es decir, mayor capacidad de reaccionar con el entorno. Disminuir el tamaño tam-

bién puede significar rapidez. Si un electrón debe atravesar un dispositivo para ejecutar cierta operación lógica en un transistor, no es lo mismo que este último mida 200 nm que 50 nm. Disminuir el tamaño significa también aumentar la capacidad de almacenamiento. Cuanto menor tamaño tenga un *bit* de información, más memoria tendrán nuestros dispositivos electrónicos o nuestros sistemas de almacenamiento de datos. “Nano” significa entonces: más reactivo, más rápido, más densidad de información. Pero estas propiedades no son únicamente las que se pueden mejorar cuando los materiales tienen dimensiones nanométricas. También se podrán diseñar mate-



El traje de Spiderman está elaborado con nanotecnología que le permite adherirse a las paredes.



iPod Nano® de Apple®.



En la película *Minority Report*, arañas basadas en nanotecnología localizan, por su calor corporal, a John Anderton (Tom Cruise).

lo extremadamente pequeño



La nanotecnología es una idea en la que la mayoría de la gente simplemente no creía.

Ralph Merkle (EEUU, 1952)

La nanotecnología es la tecnología de base de una revolución industrial del siglo XXI. El que la controle liderará la industria.

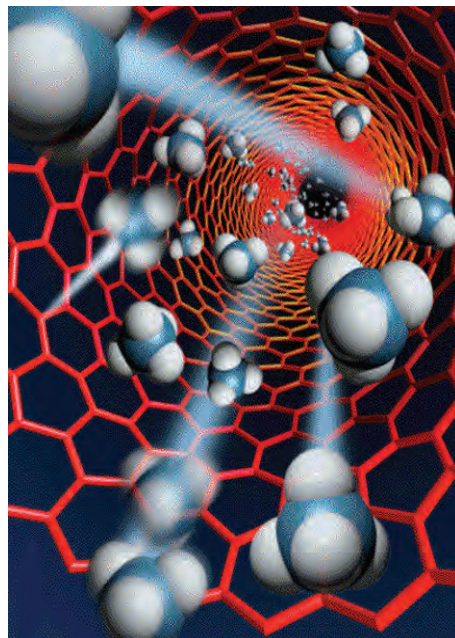


Michiharu Nakamura
(Vicepresidente de Hitachi Corporation)



Eddie Bauer está utilizando tejidos fabricados con Nano-Tex®, tecnología que le permite obtener telas con la capacidad de rechazar manchas y no arrugarse. Fuente: <http://www.eddiebauer.com>

riales que poseerán dureza, resistencia mecánica, propiedades ópticas o magnéticas "a la medida", o materiales capaces de realizar varias funciones. Esto es así porque en la nanoescala existe una serie de "nuevas" leyes físicas que rigen lo que en ella ocurre. Estamos hablando de la **mecánica cuántica**, una teoría que es difícil de explicar pero que ya está entre nosotros desde hace un siglo, y constituye la base de la física y la química que se ha desarrollado a lo largo del siglo XX. La mecánica cuántica permite sintonizar a voluntad las propiedades de un objeto. Por ejemplo, el oro en forma de nanopartículas presenta diferentes coloraciones en función de los tamaños de las nano-



Visión del artista Scott Dougherty de moléculas de metano viajando por dentro de un nanotubo de carbono.

Fuente: <http://scitizen.com>



Harry Kroto, Premio Nobel (1996) por el descubrimiento del fullereno C_{60} , una nueva forma de carbón que tiene una estructura similar al balón moderno. En la foto junto al futbolista Diego Forlán.

partículas. Este hecho ya era conocido por los maestros vidrieros medievales, quienes eran capaces de proporcionar diferentes colores a los vitrales de las iglesias y catedrales usando oro. ¡Usaban la nanotecnología sin saberlo!

La mecánica cuántica es responsable de que la naturaleza sea como es, con sus aparentes caprichos. Por ejemplo, creando mallas tridimensionales con átomos de carbono dispuestos de una determinada manera podemos formar el **diamante**, pero cambiando la forma en que están ordenados es posible encontrarnos con **grafito**. El diamante, durísimo, transparente, aislante eléctrico, frente al grafito, oscuro, desmenuzable, buen conductor. ¡Tan

iguales y tan diferentes! Ésta es sólo una manifestación de los complejos y fascinantes comportamientos de la materia. Continuando con el carbono, además del diamante y del grafito, desde hace una veintena de años se ha sabido producir otras formas del carbono: **fulerenos** (moléculas de aspecto similar a un balón de fútbol) y **nanotubos de carbono** (de aspecto similar a un tubo formado por un mallado atómico hexagonal pero de un espesor de unos pocos nanómetros). ¿Por qué son interesantes estas nuevas formas del carbono? En particular, los nanotubos de carbono son diez veces más ligeros que el acero pero diez veces más resistentes a ruptura. Es fácil imaginarse las aplicaciones que pueden tener para fabricar materiales más livianos y resistentes. Esto no es ciencia ficción: ya existen bicicletas de menos de un kilogramo de peso fabricadas con nanotubos de carbono.

¿Dónde nos encontramos ahora? Aunque desde hace veinte años se están asentando las bases de la nanotecnología, se puede decir que estamos en la "prehistoria" en cuanto a las aplicaciones. Comienzan a aparecer pinturas, adhesivos, colorantes, bronceadores, tejidos y cristales que contienen nanopartículas o algunos componentes nanofabricados. Sin embargo, el despegue de la nanotecnología no ha hecho nada más que comenzar, y en una o dos décadas dispondremos de verdaderos sistemas basados en nanotecnología: nanosensores que pueden hacer diagnósticos precisos; nanofármacos capaces de efectuar tratamientos locales en el foco de la enfermedad; sistemas capaces de almacenar toda la información escrita que hay en una gran biblioteca en dispositivos del tamaño de un reloj de pulsera; tejidos y alimentos inteligentes que se adapten al entorno o a los gustos de los consumidores y aviones que consuman menos combustible debido a su menor peso. Parece un sueño, pero será una realidad gracias al importantísimo impulso económico que se está haciendo en todos los lugares del mundo para fomentar la creación de nuevos centros de investigación, y para formar a nuevos investigadores multidisciplinares capaces de liderar los proyectos de investigación. Sin duda, la nanotecnología supone la próxima revolución tecnológica.

Prueba y verás

Los dedos mágicos

Parque Tecnológico de Mérida

Con tus dedos índices balancea, horizontalmente, un palo de escoba o una regla. Sin importar en qué posición están tus dedos inicialmente en el palo, al acercarlos sin brusquedad y manteniendo el palo horizontal, verás que mueves alternadamente un dedo primero y otro después, hasta que los dedos se encuentren en la mitad del palo, o sea, en su centro de masa (CM). ¿Cómo sucede esto?

Para que un cuerpo rígido esté en equilibrio, como está el palo sobre tus dedos, se deben cumplir dos condiciones: (1) la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo da cero, y (2) la suma de todos los torques sobre el cuerpo también da cero. La primera condición se cumple cuando el peso del palo está balanceado por las fuerzas normales de los dedos sobre el palo

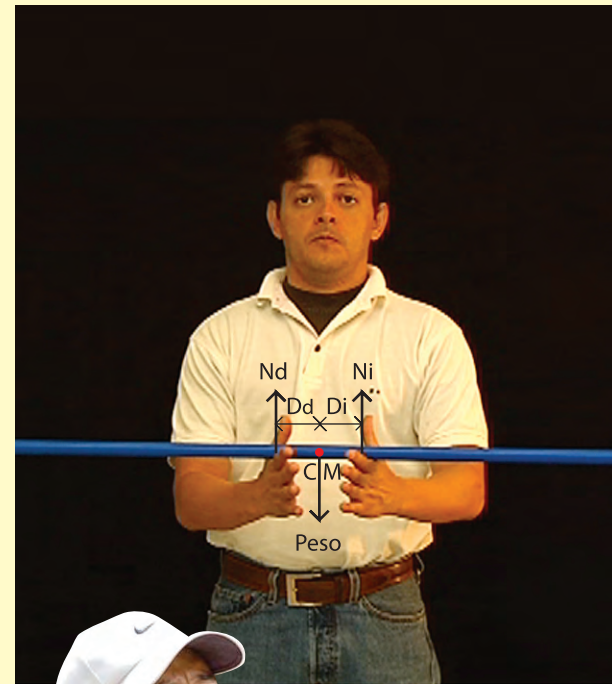
$$\text{Peso} = \text{fuerza normal de la mano izquierda (Ni)} + \text{fuerza normal de la mano derecha (Nd)}$$

La segunda, tomando los torques alrededor del CM, se cumple cuando

$$Ni * Di = Nd * Dd$$

donde Di y Dd son las respectivas distancias de los dedos al CM. En otras palabras, mientras más cerca esté un dedo del CM, mayor fuerza normal ejerce ese dedo sobre el palo.

Además, dado que los coeficientes de roce estático y dinámico son iguales en ambos contactos, el roce estático en el dedo más cercano al CM será mayor que en el otro, ya que la normal es mayor. Así que al tratar de mover ambos dedos, uno se quedará fijo respecto al palo (el de mayor roce estático) y el otro se deslizará. Pero, mientras se desliza, en algún punto tendrá una mayor fuerza normal (y por lo tanto mayor fuerza de roce estático) y se quedará quieto. En ese momento el otro dedo empezará a deslizarse. De esta manera ambos dedos se van alternando en su movimiento hasta que se encuentran en el CM del palo.



Deportes

Golf y nanotecnología

Rogelio F. Chovet

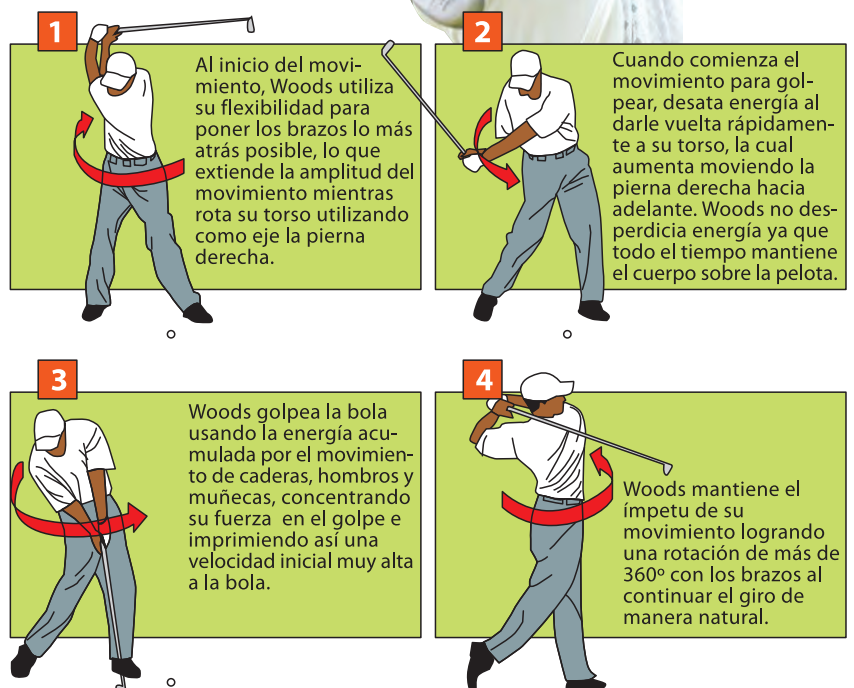
Cada vez más aumenta el número de empresas especializadas en deportes que incorporan la nanotecnología en la fabricación de sus productos, y el sector de golf parece establecerse como líder. El año pasado salió la noticia de que se estaba utilizando la nanotecnología para fabricar pelotas de golf que viajan en trayectorias más rectilíneas que las tradicionales.

También se empiezan a usar los nanometales en los palos de golf para hacerlos más fuertes y menos pesados. Los recubrimientos de un nanometal con estructura cristalina son hasta mil veces más delgados que los de los metales tradicionales, pero cuatro veces más fuertes. Una cabeza de palo recubierta con un nanometal podría permitir pegar a la pelota con más fuerza y precisión.

¿Cómo puede Tiger Woods, uno de los mejores jugadores de golf a nivel mundial, con 1,85 m de altura y 72 kg de peso, golpear una pelota para que recorra 275 m? La respuesta es una técnica precisa y una condición física inigualable.

Woods es un jugador que desarrolla una gran energía en su movimiento. Si a su técnica de golpeo le sumamos los avances de la nanotecnología, en cuanto a pelotas que no se desvían y palos para golpear más livianos y más resistentes, este profesional dará mucho de qué hablar por bastante tiempo.

Eldrick "Tiger" Woods (EEUU, 1975)



Woods le imprime a la bola una velocidad inicial de casi 290 km/h, que representan alrededor de 35 km/h por encima del promedio de los jugadores profesionales de golf.

Identifica materiales conductores

Construyendo un circuito eléctrico

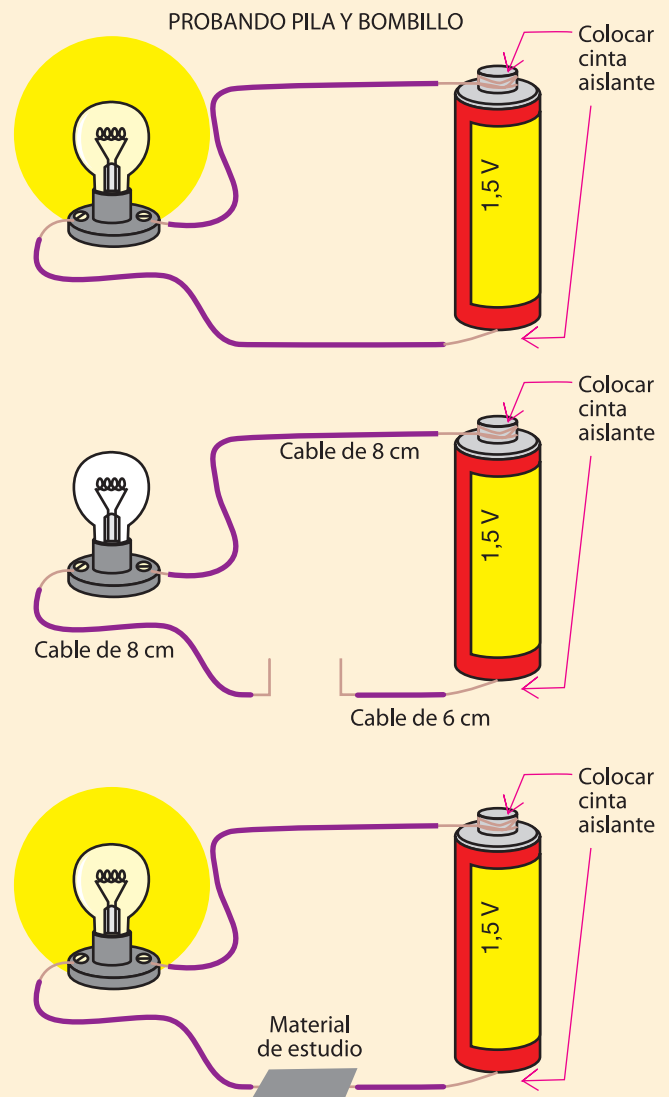
América M. Sáenz Guzmán, Colegio Santiago de León de Caracas

Materiales. Un bombillo pequeño, sócate para el bombillo (si no dispones de los dos anteriores seguro en casa tienes una linterna), cables, tijeras o pela cables, cinta plástica negra, destornillador pequeño, tabla o cartón duro, pila de 1,5 V, un clip, un crayón pequeño, una mina de grafito, una moneda, un pedacito de papel aluminio.

Procedimiento

- Sobre una tabla o cartón duro fija los materiales del montaje, así podrás transportar el diseño a donde desees.
- Coloca el bombillo en el sócate.
- Prepara tres cables, dos de 8 cm y uno de 6 cm aproximadamente. Pela medio centímetro en cada extremo para que puedas realizar las conexiones.
- Utilizando el destornillador, conecta los extremos de los cables de 8 cm a los terminales del sócate.
- Conecta el extremo libre de uno de los cables de 8 cm al polo negativo de la pila. Fija el cable de 6 cm al polo positivo, el extremo de este cable debe quedar libre. Para fijar los cables a la pila puedes utilizar cinta plástica; sin embargo, al trabajar con electricidad es recomendable recurrir a la cinta plástica negra.
- Entre el extremo del cable de 8 cm que quedó libre y el extremo del cable de 6 cm, coloca el material que quieres determinar si es conductor de electricidad. Esto permite cerrar el circuito, el bombillo se encenderá si el material es conductor.
- Ensaya con clips, un crayón pequeño, una mina de grafito, una moneda, un pedacito de papel aluminio, llaves, recipientes con agua, agua con sal, agua con azúcar, jugo de limón, aceite, madera, papa, goma de borrar, alfileres o cualquier material que se te ocurra.

Investiga: Tipos de corriente eléctrica

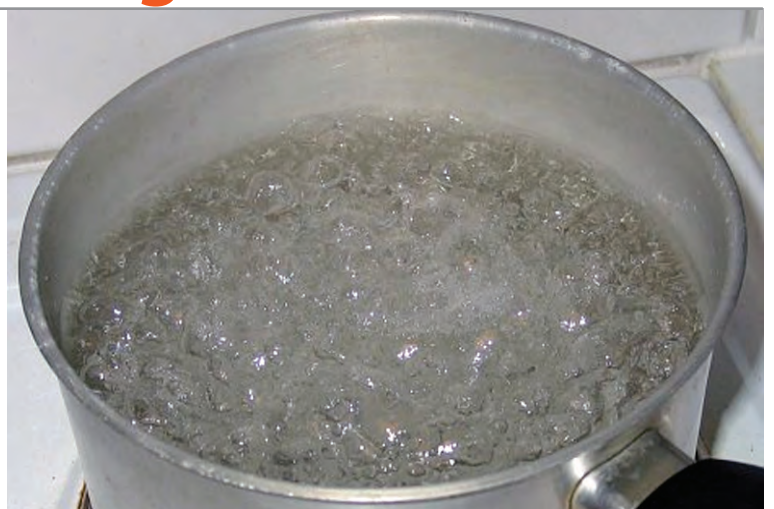


Curiosidades

Los sonidos del agua al calentarse

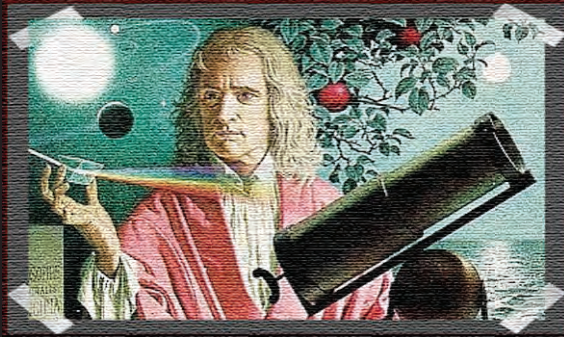
Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas

Al calentar agua, se perciben diferentes sonidos a medida que va aumentando su temperatura. Lo primero en calentarse es el fondo de la olla; en ese sitio se producen burbujas, cada una de las cuales crea, en su aparición, un sonido similar al de un golpe seco. Estas formaciones en conjunto emiten un sonido que se percibe como un siseo. Al continuar el calentamiento y aumentar la temperatura, las burbujas abandonan el fondo y suben hacia donde el agua está menos caliente reventándose con un sonido más fuerte. Éste va haciéndose más fuerte hasta que el calor del agua es lo suficientemente intenso para que las burbujas lleguen a la superficie sin romperse. En ese momento, el agua está en plena ebullición con lo cual el sonido es más suave, de borboteo.



Planeta Tierra: la gravedad terrestre

Inírida Rodríguez, Universidad Central de Venezuela, Caracas

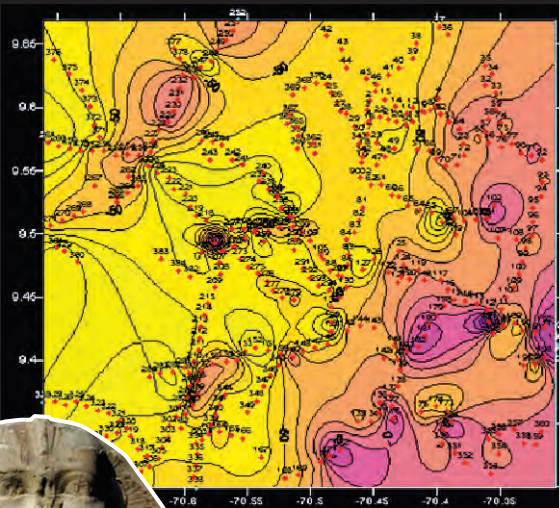


De todas las fuerzas presentes en la Tierra, la gravedad es la que más nos afecta sin que realmente nos percatemos de ello. Ya lo advirtió Newton al formular su teoría de la gravitación universal.

¿Cómo y para qué estudiar la gravedad terrestre? Es una tarea que ocupa principalmente al **geodesta**, quien a partir de datos gravimétricos ha determinado la forma de la Tierra, esto es, la forma del elipsoide de referencia que mejor la representa. El radio ecuatorial (R_e) es mayor que el radio polar (R_p) y la relación $(R_e - R_p) / R_e$, del orden de $1/298$, es la elipticidad o coeficiente de achatamiento. Pero en realidad la Tierra tiene forma parecida a una pera, porque si en una latitud dada medimos su radio promedio, éste es ligeramente mayor en el hemisferio Sur que el equivalente en el hemisferio Norte.

Hoy día el tamaño y la forma de la Tierra pueden ser determinados con mayor precisión a partir de datos satelitales que nos proveen de información sobre el campo gravitacional o gravedad terrestre.

Ésta es una medida de la aceleración g cuyo valor absoluto ($980 \text{ gales} = 9,80 \text{ m/s}^2$ promedio en la superficie terrestre) puede ser medido mediante un péndulo o un cuerpo en caída libre y, en forma relativa, con fines de exploración del subsuelo mediante instrumentos llamados **gravímetros**. El **geofísico** hace uso de estas mediciones, las procesa para aislar los efectos que reflejan la estructura del subsuelo, los representa en **mapas**, los interpreta y produce modelos que ilustran la distribución de las diversas unidades geológicas que forman el interior de la Tierra. Estos modelos son la base para la explotación petrolera y minera, y, en general, para conocer la distribución de densidad de los materiales que son fuente de las anomalías de la gravedad terrestre.



Las siete maravillas de la física

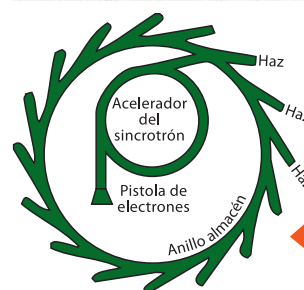
Fuentes de radiación sincrotrónica

Claudio Mendoza, IVIC/CeCalCULA

Una fuente de radiación sincrotrónica es un súper-generador de rayos X que se utiliza para estudiar las más variadas y complicadas estructuras a nivel atómico. Existen más de 50 en el mundo donde los más potentes son el APS en Estados Unidos, el ESRF europeo y el Spring-8 en Japón. Tienen aplicaciones en muchos campos como la física de la materia condensada, la biología estructural, la medicina y las ciencias de los materiales. Podemos citar ítems de interés como las proteínas, las drogas y materiales tanto cristalinos como amorfos; las tomografías médicas; fotolitografías para chips de computadoras; análisis químicos sofisticados y de materiales semiconductores y geológicos.

Lo que hace a los sincrotrones especiales es la calidad, intensidad y brillo del haz de rayos X que generan –un billón de veces más brillante que el de los hospitales–, su alto grado de polarización y colimación y las posibilidades de sintonizarlo en energía según las necesidades del experimento.

El principio básico detrás del sincrotrón es que un electrón acelerado emite luz. Un haz de electrones se hace girar por medio de potentes imanes en un anillo de almacenamiento a una rapidez cercana a la de la luz. El anillo del ESRF, por ejemplo, tiene una circunferencia de 844 m. Como la velocidad electrónica cambia de dirección todo el tiempo, se produce la característica **radiación sincrotrónica** que se recoge en varios haces (40 en el ESRF) a lo largo del anillo para múltiples experimentos.



Vista del sincrotrón del APS en el Laboratorio Nacional de Argonne, EEUU, que contiene el haz de rayos X más brillante del hemisferio occidental.

Estructura del sincrotrón del Diamond Light Source en el Reino Unido