

**La esgrima**

La delegación venezolana que participó en la Copa del Mundo Argentina 2007 estuvo encabezada por el esgrimista Silvio Fernández quien, además de ser el primer americano en el ranking mundial de espada, es también campeón suramericano, bolivariano y centroamericano.

**Página 6.**

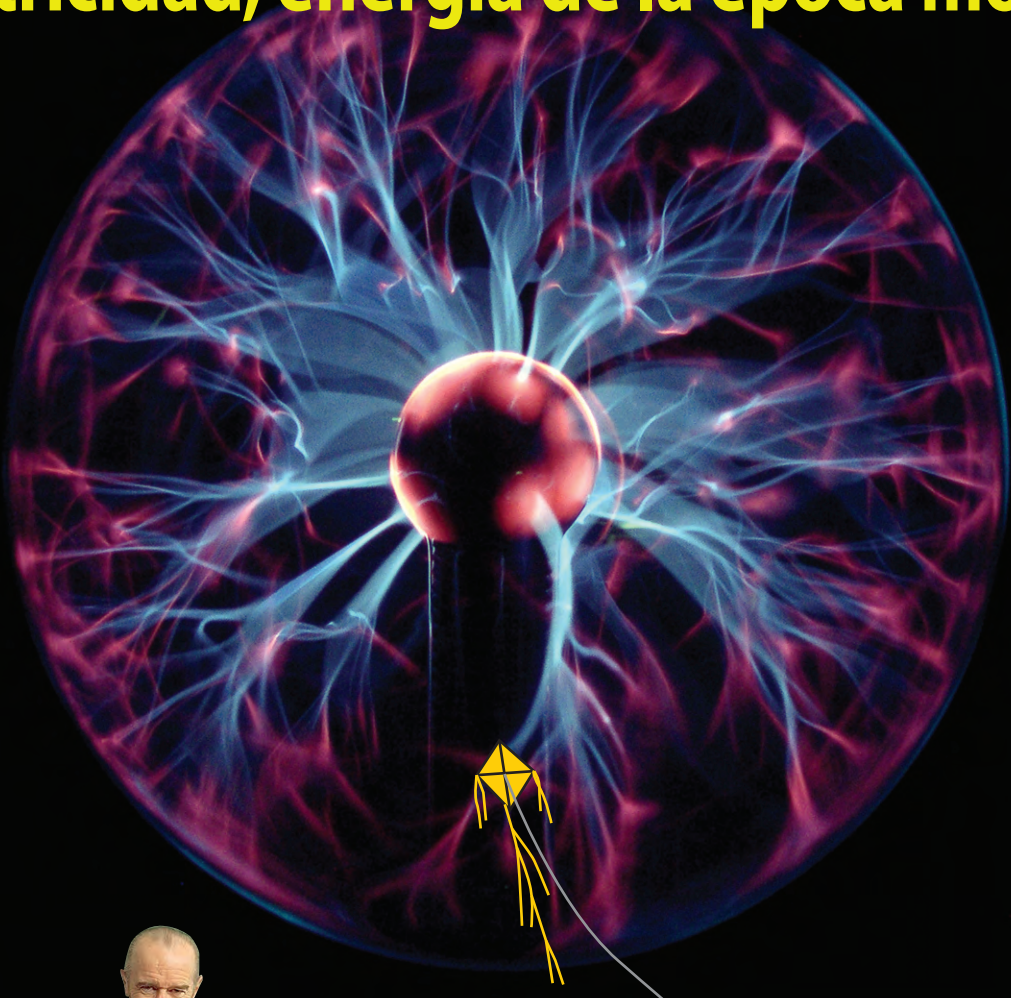


**Reto**

¿A qué se debe la estela que dejan los aviones? ¿Por qué algunas veces es muy larga y otras no?

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

**La electricidad, energía de la época moderna**



*La electricidad es realmente sólo relámpagos organizados.*

George Carlin (EEUU, 1937)

**Página 4.**



**Los relámpagos**

Han sido dignos de admiración y temor, no existiendo una única forma de interpretar su naturaleza y formación.

**Página 7.**



Fisicasas

# Generador eléctrico

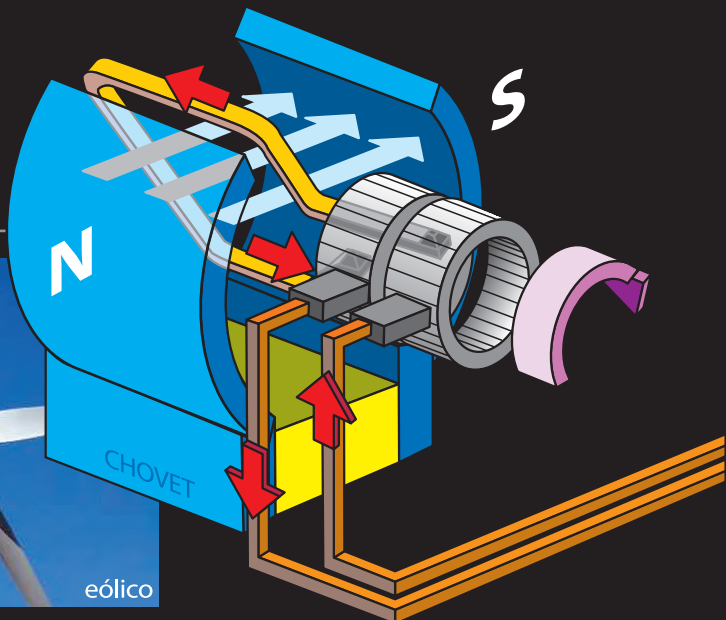
Isbelia Martín (Universidad Simón Bolívar, Caracas)  
 Claudio Mendoza (IVIC/CeCalCULA)



a gasolina



eólico



La electricidad es una fuente secundaria de energía que se obtiene de la conversión de otras fuentes como el petróleo, el carbón, el gas natural, caídas de agua, la luz solar, el viento y la energía nuclear. El dispositivo más usado para esta conversión es el **generador eléctrico** que transforma energía mecánica en energía eléctrica a partir del fenómeno de **inducción electromagnética** que descubrió Michael Faraday en 1831. Cuando acercamos o alejamos el polo de un imán en forma perpendicular a un circuito cerrado de cable conductor, generamos una corriente eléctrica.

El generador funciona como un dinamo donde una espira de cable gira dentro del campo magnético de un imán inmóvil. Las numerosas vueltas de la espira se enrollan en una armadura de hierro que concentra el campo magnético. El movimiento de rotación lo provee una turbina, un motor a vapor o un molino de viento. El familiar generador de un automóvil funciona de una manera muy similar. La dirección de la corriente inducida en la espira cambia durante cada ciclo, así que se genera corriente alterna, pero ésta se puede conver-

tir fácilmente en corriente directa con un conmutador.

Un motor eléctrico, por ejemplo el que se utiliza en una bomba de agua, convierte energía eléctrica en mecánica, y funciona invirtiendo el principio del generador. Se hace fluir una corriente eléctrica por espiras enrolladas en una armadura, la cual crea un campo magnético que interactúa con el del imán produciendo fuerzas que tienden a la rotación.

**¡¡¡¡¡ INTENTALO EN CASA**

Presentando: **Marvin y Milo**

Qué necesitas: •Un peine de nylon •Un grifo de agua

Abre el grifo hasta que apenas tengas un chorrillo continuo de agua.

Ahora toma el peine.

Pasa el peine por tu cabello varias veces.

Lentamente acerca el peine hacia el agua, 10 cm debajo del grifo.

Algunos objetos, como el cabello y el plástico, desarrollan una carga eléctrica cuando se frota juntos. La carga en el peine atrae a unas cargas muy pequeñas en las moléculas del agua, desplazándolas.

Cuando el peine está como a 3 cm, ¡El chorrillo se dobla hacia él!

Vic Le Billon - www.billybonbon.com

www.physics.org

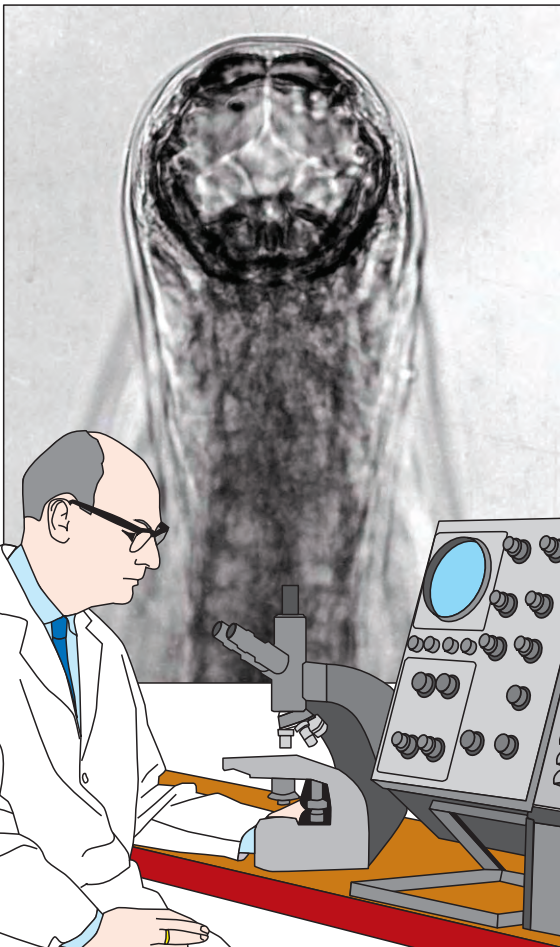
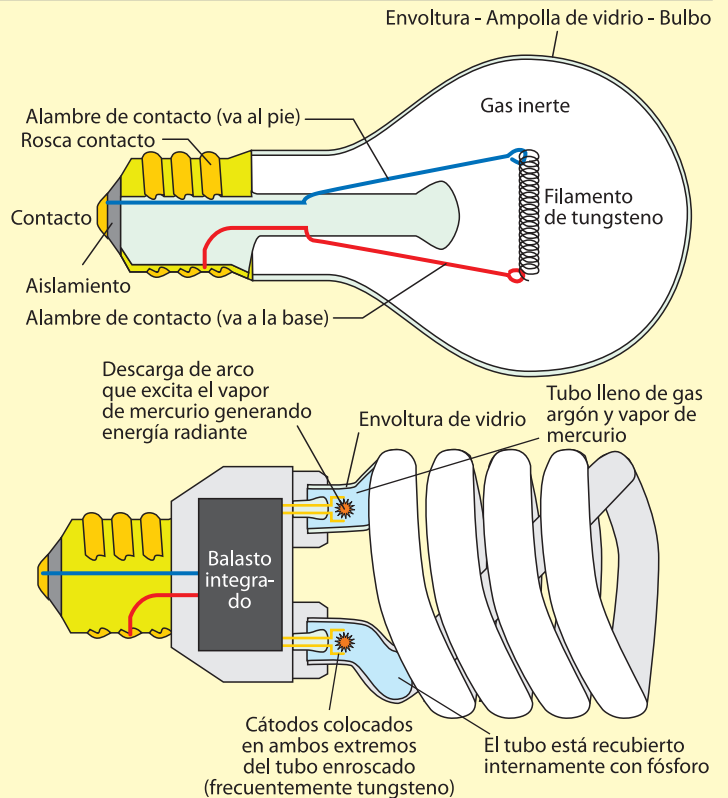
# La física en... el bombillo incandescente

## Mucha energía para poca luz

### Parque Tecnológico de Mérida

Los bombillos incandescentes que existen desde hace 130 años consisten en un recipiente de vidrio evacuado de aire (algunos contienen un gas no reactivo como argón a baja presión) dentro del cual se tiene un filamento muy delgado de tungsteno. Los extremos del filamento de tungsteno están conectados al lado exterior del bombillo, uno a la parte metálica de la rosca y el otro a la parte central de su base, por donde entra y sale la electricidad. El tungsteno, como todos los conductores, presenta resistencia al flujo de electricidad. Esta resistencia genera calor por los choques entre los electrones libres ("la corriente") y la red cristalina del material, calentando el filamento casi al color amarillo. De esta manera, como todo cuerpo caliente que emite luz, el bombillo nos ilumina.

Pero da la casualidad de que esta manera de generar luz es poco eficiente. Sólo entre el 5 y el 8% de la energía eléctrica que le suministramos al bombillo aparece como luz, el resto se pierde en calor. Por eso uno se quema la mano al tocar el bombillo prendido. Ante esta situación, en los últimos 25 años, los fabricantes han desarrollado los bombillos CFL conocidos como **lámparas fluorescentes compactas** (las de la *Misión Energía*) que son cuatro veces más eficientes que los bombillos tradicionales. Por lo tanto, para producir igual iluminación se necesita menos energía eléctrica, lo que se traduce en ahorro de energía y dinero.



## La física en la historia

### La medicina nuclear

**Yajaira Freitas**, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

El surgimiento de la energía nuclear generó un campo de aplicación de la física en la medicina, por ejemplo, en la cura del cáncer, pero también como herramienta para la investigación biomédica como es el caso de los radioisótopos. En la década de 1950, el médico venezolano Marcel Roche (1920-2003) –ilustración– coincidió con Clemencia García Villasmil (1925-2002) en un curso intensivo de radioisótopos en el Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, Estados Unidos. Roche, quien se había formado como médico en ese país, se interesó, al regresar a Venezuela, en el estudio del bocio endémico. Esta enfermedad se caracteriza por un ensanchamiento anormal de la glándula tiroidea a causa de la deficiencia de yodo en los alimentos y en el agua de beber. Las personas que la padecen desarrollan una especie de papada en el cuello o "coto", como lo llaman en Los Andes, donde la enfermedad tiene una alta incidencia.

Entre 1953-1955, Roche y otro médico venezolano, Francisco DeVenanzi (1917-1987), empezaron los primeros estudios sistemáticos de la enfermedad usando yodo radioactivo para medir la captación tiroidea (1953); esto es, los isótopos se utilizaban como marcadores permitiendo conocer la magnitud de la deficiencia de yodo en un individuo. Roche también aplicó los isótopos radioactivos  $Fe^{59}$  y  $Cr^{51}$  para medir el volumen de la sangre absorbida en el intestino de las personas por el *Necator* o anquilostomo, un parásito frecuente en las zonas rurales venezolanas que provocaba en las personas anemia y decaimiento por falta de hierro. Ambas investigaciones fueron realizadas en el Instituto de Investigaciones Médicas de la Fundación Luis Roche (1952-1958), un ente privado.

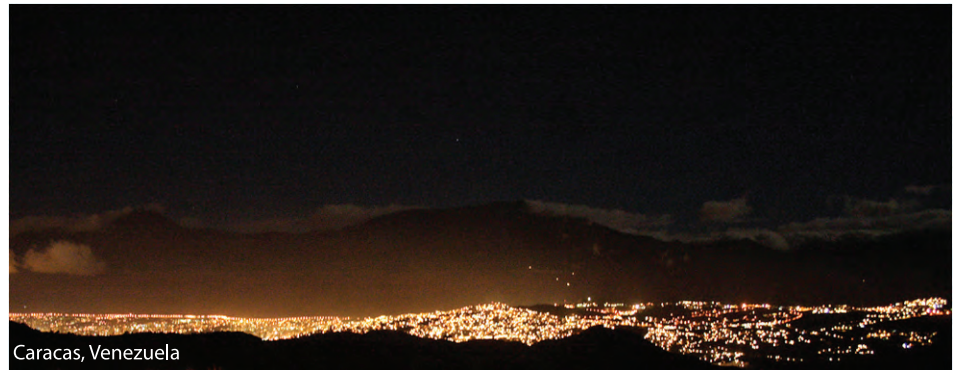
# La electricidad, energía

**Claudio Mendoza, IVIC/CeCalCULA**

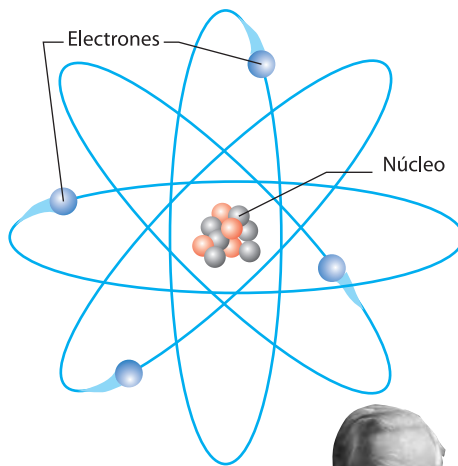
Creo que no aguantaría vivir sin electricidad. Cuando mi celular se queda sin batería, me desespero. Para colmo, me regalaron una agenda electrónica que se ha integrado de maravilla a mi rutina diaria, pero si pierdo la información que tengo almacenada, prácticamente me quedo en la calle. Cuando bajo de El Ávila en la nochecita y veo a la bella Caracas iluminada, me pregunto cómo serían las noches sin luz eléctrica. Mi papá, quien vivió en la época de las lámparas de kerosén y de carburo, me contaba que los relatos de ánimas y fantasmas se acabaron tan pronto se estableció el alumbrado eléctrico. Oigo música, veo televisión y vivo sentado en frente de una computadora. Lavo la ropa, plancho. Saco la comida de la nevera y la recaliento en el microondas. Mi rutina doméstica sería terrible sin electricidad.

¿Por qué tanta dependencia de artefactos eléctricos? Creo que no tenemos alternativa que se compare a la energía eléctrica, sobre todo si tomamos en cuenta su potencial tecnológico en convertibilidad, eficiencia, transporte, limpieza, seguridad y ubicuidad. ¿Te has puesto a pensar en lo práctico y accesible que es un enchufe o una batería? Simplemente conectamos un circuito y de inmediato podemos convertir energía eléctrica en movimiento, luz, comunicación, sonido, calor, frío e información. Por otra parte, la electricidad es una fuente secundaria de energía ya que la obtenemos de la conversión de otras fuentes (renovables y no renovables) como el petróleo, el carbón, el gas natural, las caídas de agua, la luz solar, el viento y la energía nuclear. Pero al tenerlas en formato eléctrico, respiramos modernidad. Ahora, ¿qué es la electricidad? En este sentido tenemos que hablar de dos aspectos: carga eléctrica y corriente eléctrica.

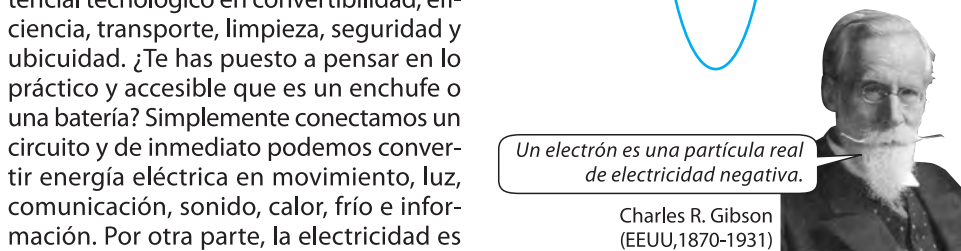
Considerada una de sus propiedades más emblemáticas, la materia tiene carga eléctrica y de dos tipos: positiva y negativa. Cargas iguales se repelen, cargas diferentes se atraen. También podemos afirmar que el Universo aparenta ser eléctricamente neutro y que la carga se conserva en todos los procesos físicos. Esto se ilustra formalmente en la estructura neutra del átomo, es decir, en la unidad familiar básica de la materia cuya estabilidad está determinada por fuerzas eléctricas. El átomo tiene una



Caracas, Venezuela



Los protones (partículas rojas) y los electrones (partículas azules) de un átomo se atraen debido a las cargas eléctricas opuestas que poseen. Cuando el número de protones y electrones es el mismo, el átomo es eléctricamente neutro.



*Un electrón es una partícula real de electricidad negativa.*

Charles R. Gibson  
(EEUU, 1870-1931)

familia de tres tipos de partículas: protones, neutrones y electrones, donde el número de protones denota su identidad química (hidrógeno, helio, carbono, oxígeno, etc). Las cargas de un protón y un electrón son iguales y opuestas, positiva y negativa respectivamente; los neutrones no tienen carga. El átomo tiene un núcleo compacto compuesto por protones y neutrones cuyas masas son similares y dos mil veces mayores que la de los electrones, los cuales forman un enjambre muy dinámico alrededor del núcleo. La familia perfecta.

En los procesos físicos y químicos de la naturaleza, los átomos pueden donar o recibir electrones quedando eléctricamente cargados, lo que se torna realmente interesante cuando se conglomeran para formar la materia condensada. En estos casos, como por ejemplo en una red cristalina, los átomos están tan cerca de sus veci-

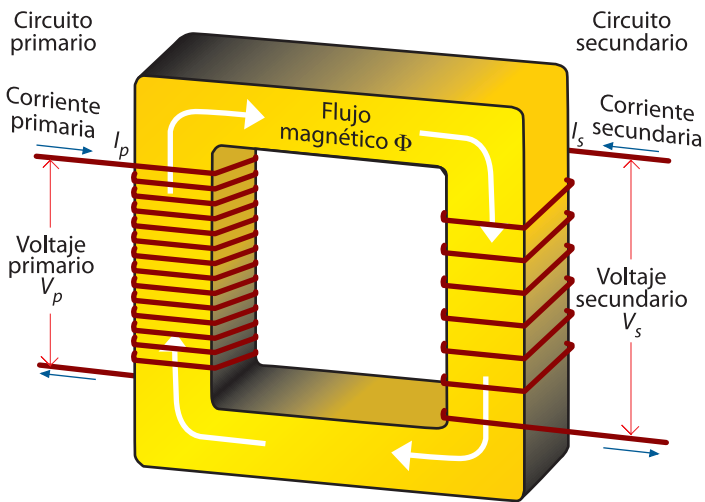
El Tesla Roadster: 100% eléctrico, de 0 a 100 km/h en menos de 6 s, 350 km por carga.



nos que empiezan a compartir los electrones. En los metales conductores, como el cobre y el hierro, los electrones andan prácticamente sueltos y por su cuenta, abriendo la posibilidad de movimientos de carga o "corrientes eléctricas". La acumulación de carga eléctrica en un punto del conductor genera un campo eléctrico con el potencial de inducir una corriente de cargas opuestas para neutralizarlo. Por lo tanto, diferencias de potencial eléctrico, o sea, de densidades de carga, en un conductor generan corrientes, y eso es exactamente lo que ofrece un enchufe o una batería: una diferencia de potencial (110 voltios y 12 voltios, respectivamente).

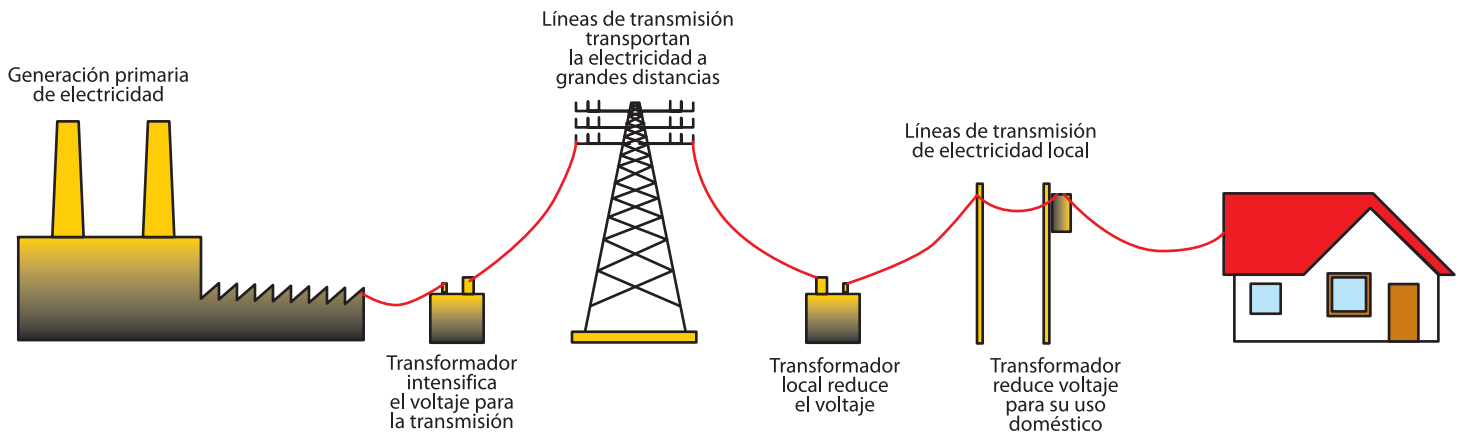
En materiales como el plástico, la madera y las cerámicas, los electrones se mantienen bien ligados a sus respectivos núcleos y, por lo tanto, la energía para soltarlos es relativamente alta usándose entonces

# de la época moderna



El **transformador** es un dispositivo que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro utilizando el fenómeno de inducción electromagnética, el cual enuncia que un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en un circuito. La corriente alterna en el circuito primario genera un campo magnético variable que induce un voltaje alterno en el secundario. El cociente de los voltajes en los circuitos primario y secundario es igual al cociente de los números de vueltas de las espiras de los circuitos, lo que permite subir o bajar el voltaje según la necesidad:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$



como aislantes eléctricos. El caso intermedio es el de los semiconductores (por ejemplo, el silicio), los cuales se comportan como aislantes o conductores según el campo eléctrico que se les aplique o si se dopan con ciertas substancias. Esta posibilidad de controlar la conductividad eléctrica en los semiconductores los ha convertido en los protagonistas en el asombroso desarrollo de la electrónica en el siglo XX.

En 1824 Oersted se dio cuenta de que la corriente que pasaba por una espira creaba un campo magnético; unos siete años después, Faraday descubría el fenómeno opuesto: un campo magnético variable inducía una corriente eléctrica en un conductor. Estos descubrimientos se encuentran entre los más trascendentes en el desarrollo de la humanidad porque condujeron rápidamente a tecnologías que permitieron convertir eficientemente ener-

gía mecánica en eléctrica (el dinamo), energía eléctrica en mecánica (el motor eléctrico) y el transporte de electricidad a distancia por medio de transformadores.

El transformador explota a cabalidad el descubrimiento de Faraday quien especifica que el voltaje inducido por un campo magnético variable en una espira depende del número de vueltas de cable. El dispositivo está entonces formado por dos circuitos con espiras acopladas inductivamente; en la primaria fluye una corriente alterna que crea un electroimán variable induciendo un voltaje en la secundaria. Según el cociente entre el número de vueltas de la primaria y la secundaria, se puede subir o bajar el voltaje inducido en la espira secundaria.

Aquí hay dos asuntos importantes. El transporte de electricidad a distancia se lleva a cabo a alta tensión para reducir la corriente

eléctrica al mínimo y, así disminuir la pérdida de energía por calor debido a la resistencia de los cables. Y segundo, los tendidos eléctricos usan corrientes alternas, o sea, corrientes que cambian de dirección cíclicamente (por ejemplo, 60 ciclos por segundo), para poder ser transformadas inductivamente en el proceso de distribución. Estas ventajas no eran obvias cuando se empezaron a establecer las mallas eléctricas, a fines del siglo XIX, y nos recuerda la despiadada "guerra de las corrientes" entre Thomas Alva Edison, partidario acérrimo de la corriente directa, y Nikola Tesla, un enamorado de la corriente alterna. Tesla fue humillado y olvidado intencionalmente por haber demostrado las incuestionables ventajas de la corriente alterna en la Feria Mundial de Chicago, en 1893.

Prueba y verás

# Levantar una botella con el pitillo

Parque Tecnológico de Mérida

**N**o se puede levantar una botella de vidrio pequeña de salsa de tomate con un pitillo, a menos que lo dobles a 6 cm de uno de sus extremos formando un gancho y lo introduzcas doblado por el cuello de la botella hasta que se abra. Una vez que el gancho está abierto, halando suavemente el pitillo hacia fuera, éste se atasca en las paredes de la botella. En ese momento, ¡se puede levantar la botella!

La botella se levanta porque la fuerza debida a su peso se ejerce sobre los extremos del pequeño cilindro de 6 cm del pitillo, logrando rigidez en esta sección. Verifica la rigidez que adquiere una sección cilíndrica de 6 cm del pitillo cuando se presiona con los dedos por ambos extremos; verás que no se dobla o no se "pandea", hecho que no ocurre cuando se hace con todo el pitillo. ¡Pruébalo!

La resistencia al pandeo se toma en cuenta en la construcción, por ejemplo, de las columnas que sostienen un puente; es una resistencia que depende del material de la columna, de la altura y del área de la sección transversal.



Deportes

## La esgrima

Rogelio F. Chovet

**L**a esgrima es un deporte de combate en el que se enfrentan dos contrincantes, utilizando un conjunto de acciones y movimientos de ataque, defensa y contraataque alternativamente, con el fin de "tocar" al adversario y no dejarse "tocar".

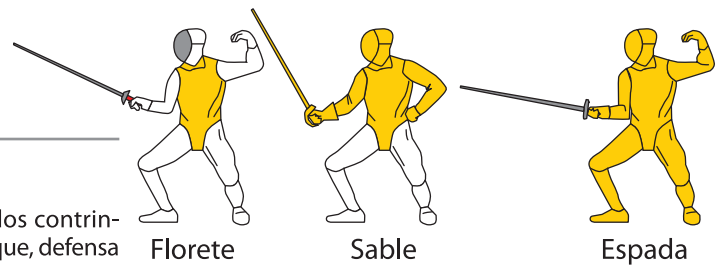
Las armas empleadas para competir son: la espada (hoja triangular, 1,10 m de longitud y 770 g de peso), el florete (hoja cuadrada, 1,10 m y 500 g) y el sable (hoja rectangular, 1,05 m y 500 g). Son armas que prácticamente no representan peligro. Toda arma se compone de una hoja de acero flexible, una empuñadura, una cazoleta, un puente y una punta.

La esgrima moderna tiene su punto de partida en España, en 1474, donde Pons y Pedrós Torres escribieron los primeros tratados deportivos. A fines del siglo XIX, en la renovación de los Juegos Olímpicos Atenas 1896, la esgrima fue representada por cuatro países y trece deportistas en las modalidades florete y sable. La espada entró en el calendario a partir de los Juegos Olímpicos de París 1900. Desde esa fecha hasta nuestros días, muchos han sido los desarrollos experimentados, pero el más importante es la incorporación del registro eléctrico que permite señalar el "toque" en un combate. Cada jugador está conectado por un cable al aparato de marcaje y, según la disciplina, tiene una parte del traje que permite registrar el toque con la punta del arma utilizada. Se emplea una corriente de muy baja carga eléctrica para evitar accidentes.

**El culombio** o **coulomb** (símbolo C), es la unidad derivada del Sistema Internacional para la medida de la magnitud física de la carga eléctrica. Se define como la cantidad de electricidad transportada en un segundo por una corriente de un **amperio** de intensidad de corriente eléctrica.

$$1 \text{ Culombio} = 1 \text{ Amperio} \cdot \text{segundo}$$

y su valor aproximado es  $6,241506 \times 10^{18}$  veces la carga de un electrón.

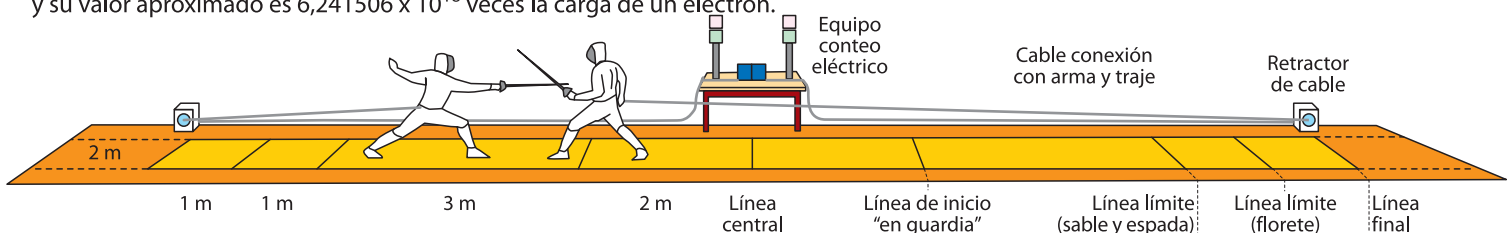


Florete

Sable

Espada

Posiciones iniciales ("en guardia") y áreas de "toque" válidas



## Retos del siglo XXI

# La física biológica

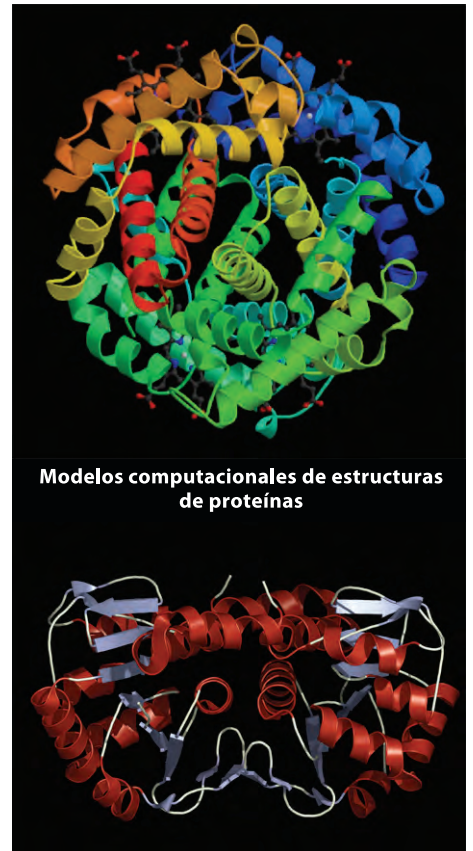
Claudio Mendoza, IMC/CeCaCULA

La física siempre ha sido amiga de la biología y de la medicina, sobre todo en el desarrollo de instrumentación sofisticada para la investigación y el diagnóstico. Esta relación data de comienzos de la revolución científica del siglo XVII, con el *occholino* (microscopio compuesto) de Galileo y su uso en microbiología por el científico holandés Antonie van Leeuwenhoek. El siglo XX, en particular, fue tecnológicamente fértil en este contexto con invenciones como los rayos X, los isótopos radioactivos, el microscopio electrónico, la resonancia magnética nuclear, la tomografía por emisión de positrones y la radiación sincrotrónica.

Sin embargo, desde hace un par de décadas, la biología ha contado con iniciativas revolucionarias que han convertido la relación con la física en una estrecha alianza estratégica. Primero que todo, los procesos biológicos se están resolviendo a escala molecular, particularmente en la genética donde se estudian las relaciones entre el DNA, RNA y la síntesis de proteínas. Segundo, las biociencias se han visto obligadas a estudiar integralmente la complejidad de la maquinaria biológica, por ejemplo, las redes metabólicas de la célula, para entender importantes propiedades emer-

gentes. Tercero, el avance en estas disciplinas cada día depende más del estudio y manipulación de grandes volúmenes de datos tales como los genomas y proteomas de cada especie. En todos estos nuevos enfoques, necesariamente interdisciplinarios, la física ofrece un bagaje de métodos, técnicas y herramientas bien establecido que se está volviendo rápidamente indispensable.

Una de las áreas de mayor interés es el estudio de las propiedades de las macromoléculas, sus complejos y sistemas de señalamiento, para comprender cómo se expresan los genes. Se tiene claro que las funciones de una proteína no sólo dependen de su composición química sino también de su forma tridimensional. Pero lo que es un problema mayúsculo es entender cómo estas largas cadenas moleculares se doblan para obtener el enjambre funcional. El plegamiento de las proteínas es ciertamente un reto de la actualidad. Pero el gran reto del siglo XXI, donde la física va a jugar un papel protagónico, será indudablemente en la comprensión del funcionamiento del cerebro. Sus fantásticas propiedades se deben a la interacción de billones de neuronas en una red altamente compleja. Podemos tratar de desarrollar



Modelos computacionales de estructuras de proteínas

modelos físicos de procesos neurológicos tales como el aprendizaje, la memoria, el sueño y la visión binocular. Pero quizás entender la naturaleza de la conciencia a partir de la información cuántica es todavía una proposición un tanto ambiciosa.



## Curiosidades Los relámpagos

Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas

Los relámpagos siempre han sido dignos de admiración y temor, no existiendo una única forma de interpretar su naturaleza y formación. En principio existen dos teorías para explicar su origen. La primera, denominada **teoría de la precipitación**, nos dice que las partículas pesadas de agua y hielo caen de la nube en la que se origina el relámpago, mientras que las más ligeras permanecen en suspensión. Las primeras adquieren carga positiva y, las otras, carga negativa. Así, al colisionar, se transfiere carga eléctrica y eso genera el relámpago.

La otra teoría, llamada **teoría de convección**, asegura que las partículas ligeras, cargadas positivamente, son elevadas por las corrientes de convección. A su vez, las corrientes descendentes arrastran hacia el fondo a las partículas más pesadas y negativas. La nube hace de conductor entre ambos grupos, ionizando el aire de sus inmediaciones y abriendo conductos hacia el suelo por donde se acumula la carga transferida hasta que se forma el relámpago. Cualquiera que sea la teoría que aceptemos, parece evidente que en la atmósfera el desplazamiento de cargas no es homogéneo, es decir, no es el mismo en todas las direcciones por cuanto la forma del relámpago nos indica que existen caminos privilegiados. Por eso el relámpago no se ve en línea recta.





International Virtual  
Observatory Alliance

Tras el cielo azul

# La nueva astronomía

César Briceño Ávila, Centro de Investigaciones de Astronomía, Mérida

Los astrónomos están haciendo descubrimientos de planetas que orbitan otras estrellas, mientras investigan el origen del Universo o de nuestro Sistema Solar desde sus oficinas. Analizan datos observados por telescopios que nunca han tocado, localizados en otros continentes o a miles de kilómetros en el espacio. Muy posiblemente tienen acceso a más información de la que soñaron sus predecesores hace tan sólo cincuenta años, y trabajan con todo un equipo de colegas internacionales, muchos de los cuales quizás sólo conocen por correo electrónico. Es la nueva astronomía.

El advenimiento de la Internet ha fomentado proyectos interinstitucionales, multinacionales e interdisciplinarios, así como el acceso global al conocimiento. Los astrónomos cuentan hoy con "bibliotecas virtuales" donde pueden acceder gratuitamente con cualquier computador a cientos de miles de artículos especializados. Pero quizás el avance más importante y de mayor impacto lo constituya el **Observatorio Virtual Internacional**, un almacén distribuido con la mayoría de las observaciones y medidas que hayan capturado los telescopios en tierra y en el espacio. En estos momentos, desarrollamos herramientas computacionales para facilitar su análisis e interpretación de los datos, a los cuales tendrá acceso cualquier persona o científico alrededor del mundo.



Física y salud

# Tratamiento del cáncer

Miguel Martín, Universidad Central de Venezuela, Caracas

El cáncer se caracteriza por un crecimiento celular de forma no controlada que, en la mayoría de los casos, produce tumores. Este crecimiento desproporcionado es también la base para usar radiaciones ionizantes para su tratamiento. Sabemos que cuando una célula se multiplica, fenómeno que se llama mitosis, hay una duplicación del material contenido en el núcleo de la célula, del número de cromosomas y de la cantidad total de ADN. Este último contiene el plan maestro que determina el funcionamiento y características de la célula: si se modifica, la célula funciona de forma diferente y quizás pueda morir.

Cuando aplicamos radiaciones ionizantes sobre las células, existen dos mecanismos que pueden producir daño celular: uno directo y otro indirecto. El directo ocurre cuando la radiación ionizante "golpea" directamente a la cadena molecular del ADN "lesionándola". Los daños simples a la cadena molecular son reparados por la misma célula mientras que los graves no tienen reparación. Si la dosis es alta, el número de daños graves conduce a la muerte de la célula. Recordemos que las

células cancerosas están multiplicándose con frecuencia y hay más ADN disponible para ser lesionado.

El mecanismo indirecto consiste en el hecho de que la radiación ionizante produce radicales libres en el material celular, afectando el funcionamiento de la célula que puede conducir a su muerte. Como esto también ocurre, aunque en menor proporción en las células del tejido sano, en la aplicación de radiaciones ionizantes sobre tumores cancerosos, se establecen controles para minimizar la cantidad de radiación sobre el tejido normal a fin de sólo llevarla a niveles letales en el tumor.

La disciplina que estudia el efecto de las radiaciones ionizantes sobre el tejido vivo se llama **radiobiología** y es un tema en constante evolución e investigación. Como fuentes de radiaciones ionizantes se utilizan rayos X de alta energía. Para garantizar la dosis letal sobre el tumor y evadir los órganos a su alrededor, los diversos equipos generadores de radiaciones ionizantes son comandados por un plan de tratamiento que supone la integración, en un equipo de trabajo, del médico terapeuta y el físico médico.

Braquiterapia es la colocación de fuentes pequeñas de radiación dentro o cerca del tumor usando agujas guía.

