

### Venezuela en Beijing 2008

Las selecciones masculina y femenina de voleibol ganaron el único cupo suramericano para participar en las olimpiadas de este año.  
**Página 6.**



### Reto

Cuando se hornea comida envuelta en papel de aluminio, ¿la cara brillante del papel se debe colocar hacia adentro o hacia afuera?



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

# Las maravillosas posibilidades de la óptica



*La música es la aritmética del sonido como la óptica es la geometría de la luz.*

**Claude Debussy**  
(Francia, 1862-1918)

**Página 4.**

### Sabías que...

El iridio es el metal más pesado del mundo y uno de los más escasos. Un cubo de 30 cm de lado pesaría 650 kg. Es de color blanco amarillento y se funde a 2 440 °C. Es muy resistente; su símbolo químico es **Ir** y su número atómico 77. Fue descubierto en 1803 por el químico Smithson Tennant.



Fisicosas

# ¿Cómo funciona un láser?

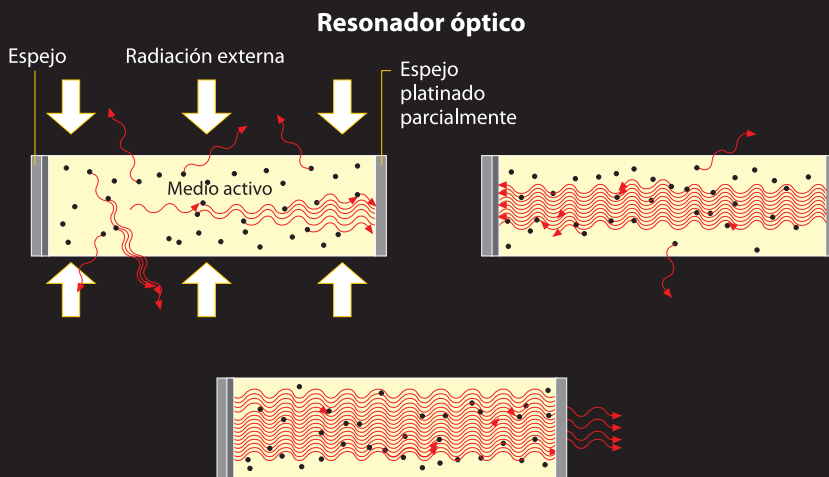
Isbelia Martín (Universidad Simón Bolívar, Caracas)

Claudio Mendoza (IVIC/CeCaCULA)

En general, un átomo en un estado energético excitado emite espontáneamente fotones en todas las direcciones y en un rango de frecuencias características que constituye su **espectro**. Sin embargo, cuando es estimulado por un rayo de luz monocromática, la emisión es entonces coherente (en fase), colimada (en una misma dirección) y mantiene el color (pureza espectral) y la polarización del rayo incidente. La característica principal del láser es que justamente genera su luz por el proceso de **emisión estimulada** de un gas o sólido.



Para producir el haz de luz del láser se necesita un **resonador óptico**, el cual consiste en una cavidad con espejos en la puntas que encierra un medio activo proveedor de los átomos excitables. Uno de los espejos está platinado parcialmente, lo que permite tanto reflexión como transmisión haciendo que el haz del láser salga. La cavidad es bombardeada por fotones emitidos por alguna fuente de radiación externa (como una lámpara), y los átomos excitados del medio entonces producen fotones que continuamente estimulan, a su vez, a otros átomos a emitir más fotones, causando un efecto de avalancha donde todos los fotones tienen el mismo color y la misma dirección, es decir, amplifican la emisión de luz.



Las aplicaciones de los láseres incluyen campos tan disímiles como la electrónica, la tecnología de la informática, la estética, la mecánica, sistemas industriales, en armamentos de uso militar y en métodos de diagnóstico en medicina.

¡Cada día INTENTÁLO EN CASA!

Presentando: **Marvin y Milo**

Esta es mi máquina para invertir.

Qué necesitas:
 

- Un vaso de agua
- Una hoja de papel
- Un marcador

Dibuja una columna de flechas cortas.

Coloca el papel a una distancia pequeña detrás del vaso.

El agua actúa como un lente, doblando los rayos de luz e invirtiendo la imagen de las flechas.

¡Qué tonto!

Vic Le Billion - www.billybanbon.com

www.physics.org

Prueba y verás

# Un chorro con presión



Parque Tecnológico de Mérida

Imagina un tanque de agua que tiene un agujero en la pared por el que se escapa un chorro de agua. ¿Tiene el chorro mayor “presión” y alcanza una mayor distancia si está en la parte alta del tanque o cerca de la base de éste? Esto lo puedes averiguar con un envase de cartón vacío de leche pasteurizada de un litro, tijeras, un clavo y una regla.

Con las tijeras recorta la parte superior del envase tratando de obtener un recipiente sin tapa lo más alto posible. Con el clavo, ayudado por un adulto, abre tres agujeros igualmente espaciados. Para ello mide y divide la altura del envase en cuatro partes iguales. Luego realiza los siguientes pasos en un lavaplatos: cubre con los dedos los tres agujeros, llena el recipiente de agua, colócalo en el borde del lavaplatos y retira los dedos de los agujeros de modo que el agua que salga caiga dentro del lavaplatos. ¿Qué pasa?

El chorro de agua que sale de la parte baja del recipiente es el de mayor alcance, mientras que la corriente de agua que sale del agujero más alto es la de menor. El agua del fondo está sometida a mayor presión porque la columna de agua que está sobre ella es más alta, mientras que el agua próxima a la superficie tiene una columna menor y, por ende, la presión sobre ella también es menor. Por lo tanto, si se quiere que el chorro de agua que salga del grifo de la casa tenga “presión”, la solución es colocar el tanque de agua en una parte alta, como en el techo.



## La física en la historia Escuelas de Física en Venezuela

Yajaira Freites, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

En 1958 se creó en Caracas la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (UCV), la cual incluía la Escuela de Física. Ese mismo año se fundó la Universidad de Oriente (UDO) y, en 1960, se iniciaron en Cumaná los cursos básicos y se programaron las carreras de Química, Biología, Matemáticas y Física. Hoy todas conforman la Escuela de Ciencias de la UDO que funciona en la mencionada ciudad, donde se otorgan títulos de licenciatura y maestría en Física.

En el occidente del país, la Universidad de Los Andes (ULA) en Mérida logró en 1969 que su centro de ciencias se convirtiera en la Facultad de Ciencias, organizada en departamentos siendo el de Física uno de ellos, donde se imparten estudios que van desde la licenciatura hasta el doctorado. Tiene, en particular, un grupo de investigación en astronomía que ha establecido nexos con el Centro de Investigaciones de Astronomía “Francisco José Duarte” (CIDA) para usar el Observatorio Nacional de Llano del Hato en el páramo merideño, tanto en investigación como en docencia. En Maracaibo, la Universidad del Zulia (LUZ) organizó entre 1972 y 1976 la Facultad Experimental con los respectivos departamentos científicos, Física entre ellos, con programas tanto de licenciatura como de maestría.

En Caracas, la Universidad Simón Bolívar (USB) abrió la licenciatura de Física en 1974, la maestría en 1978 y el programa de doctorado en 1982. La Universidad de Carabobo cuenta desde 1993 con el Departamento de Física, junto con los de Química, Biología, Matemática y Computación, los cuales constituyen la Facultad de Experimental de Ciencias y Tecnología.



# Las maravillosas posibilidades

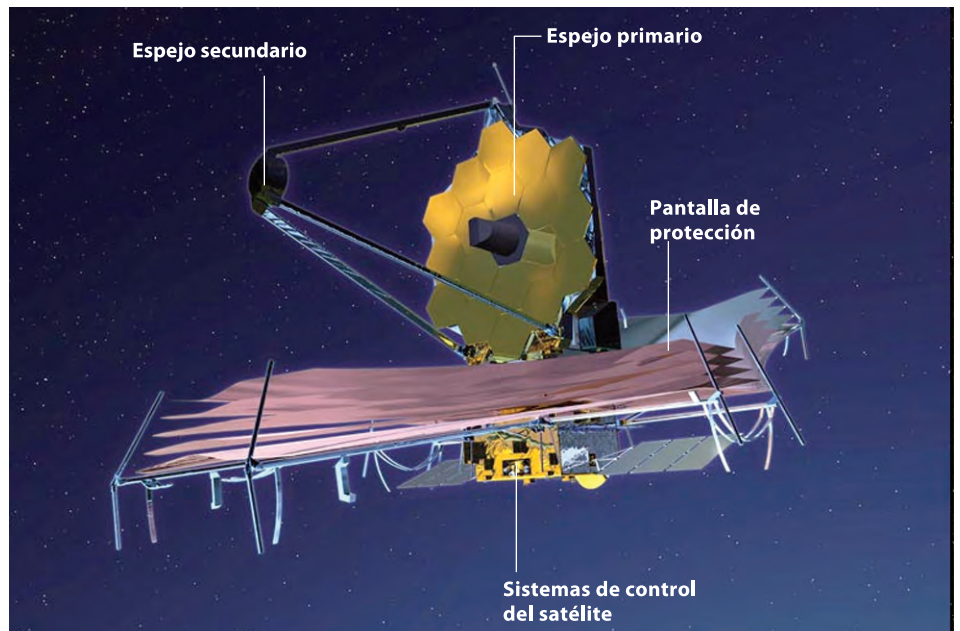
Aristides Marcano Olaiola, Delaware State University, EEUU

Comúnmente asociamos la palabra "óptica" con locales comerciales para la adquisición de anteojos y otros servicios oftalmológicos, aunque ya de por sí una importante aplicación, la óptica, es aún mucho más; es nada menos que la ciencia de la luz en general. No sólo estudia el paso de la luz a través de lentes, su reflexión en espejos y una instrumentación óptica sofisticada, sino también todos los fenómenos de interacción entre la luz y la materia.

En el desarrollo de la óptica podemos establecer tres etapas bien definidas. La inicial va desde los primeros estudios de los antiguos, hace más de dos mil años, hasta bien avanzado el siglo XX. Esta etapa se caracterizó por el descubrimiento de las propiedades fundamentales de la luz, los avances en la comprensión de su naturaleza y el desarrollo de instrumentos ópticos como lentes, espejos, cámaras, telescopios, microscopios, refractómetros, espectrómetros, polarímetros y muchos otros aparatos y objetos que han impactado, y seguirán impactando por muchos años, nuestra cotidianidad.

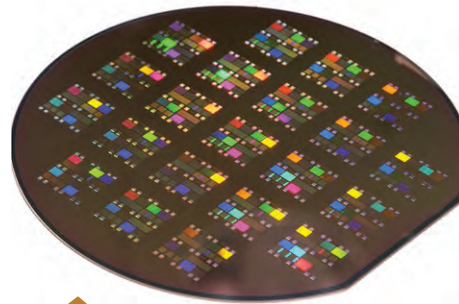
Una segunda etapa comenzó en la década de 1960 con el descubrimiento del **láser**. Una luz limpia, ordenada, manejable, de alto poder, monocromática y unidireccional diferente a las otras fuentes de luz conocidas. En esta etapa se sentaron las bases de una nueva tecnología: láseres diodos y fibras ópticas que revolucionaron las comunicaciones y la electrónica tradicional; láseres médicos que modificaron radicalmente la manera de realizar los diagnósticos y tratamientos de las enfermedades; láseres de alto poder para aplicaciones metalúrgicas e industriales; láseres químicos y gasodinámicos con letales aplicaciones militares e, incluso, sistemas láser para el estudio de reacciones termonucleares, entre muchas otras aplicaciones.

Una tercera etapa en el desarrollo de la óptica, probablemente la más revolucionaria, está ocurriendo delante de nuestros propios ojos. El láser, inicialmente un costoso y sofisticado instrumento de laboratorio, se ha convertido en un artefacto de fácil acceso y explotación que ha abierto la posibilidad del uso masivo de la tecnología. Por otra parte, el láser ha ayudado a comprender la verdadera naturaleza cuántica de la misma luz y del resto del Universo. Tal comprensión abre las puertas



El **Telescopio Espacial James Webb**, sucesor del **Telescopio Espacial Hubble**, será puesto en órbita en 2013. Su espejo primario de 6,5 m de diámetro consiste de un mosaico de 18 segmentos hexagonales que reducen peso y permiten doblarlo para que quepa en el cohete que lo pondrá en órbita.

Fuente: [news.bbc.co.uk/1/hi/world/americas/6645179.stm](http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/americas/6645179.stm)



Nanoestructuras fotónicas.

Fuente: <http://www.elp.uji.es/nano2003/resums/Garrido.PDF>

Cirugía del ojo a través de bisturí láser.

Fuente: <http://www.whmc.af.mil>



de avances insospechados como la **fotónica** y su combinación con la nanotecnología: la luz confinada en microcircuitos cada vez más sofisticados que compiten, y en algunos casos sustituyen, a los circuitos electrónicos.

Para entender mejor el impacto de esta revolución tecnológica ya en marcha, debemos hablar brevemente sobre la naturaleza de la luz y sus propiedades. La física moderna la describe como una onda electromagnética que se manifiesta en forma de partículas llamadas fotones al interactuar con el medio circundante. ¿Qué onda es ésa? ¿Qué es el campo electromagnético? ¿Qué son los fotones?

Aunque parezca increíble, a pesar de todos los indudables avances, éstas y otras interrogantes todavía aparecen en reuniones de expertos, lo que indica que nuestra comprensión de la luz avanza pero a su vez da muestras de su extraordinaria complejidad, siendo todavía un atractivo campo creativo para los espíritus inquietos.

El carácter de la luz como onda electromagnética quedó establecido por el físico británico James Clerk Maxwell a mediados del siglo XIX. Maxwell unificaba con esta teoría tres fenómenos que parecían independientes: los efectos eléctricos y magnéticos por un lado y la luz por el otro. Una oscilación periódica de un campo eléctrico

# des de la óptica

Hay relativamente pocos experimentos en física atómica en la actualidad que no involucren el uso de un láser

Eric A. Cornell (EEUU, 1961)



## Investigador sosteniendo un haz de fibras ópticas.

Fuente: <http://www.economienumeriqueconseil.fr>



Blu-ray es un formato de disco óptico de nueva generación de 12 cm de diámetro (igual que el CD y el DVD) para video de alta definición y almacenamiento de datos de alta densidad, que puede llegar a almacenar 50 GB. De hecho, compite por convertirse en el estándar de medios ópticos sucesor del DVD. Su rival es el HD-DVD. El disco Blu-Ray hace uso de un láser de color azul de 405 nanómetros, a diferencia del DVD, el cual usa un láser de color rojo de 650 nanómetros.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Blu-ray>



genera a su vez una oscilación periódica de un campo magnético perpendicular al primero. Las dos oscilaciones se propagan longitudinalmente a una cierta velocidad. Esta velocidad es la misma para todas las ondas electromagnéticas en el vacío; más aún, es lo que en física moderna se llama una constante universal.

Otro importante avance fue el descubrimiento de su naturaleza cuántica. La luz sólo puede ser absorbida o emitida por los átomos en paquetes de energía denominados fotones, es decir, como si fuera constituida por partículas. Más tarde se descubriría que este carácter dual onda-partícula es una propiedad universal de

toda la materia que llevaría al descubrimiento del láser y a su posterior desarrollo. Más recientemente se ha logrado manipular la naturaleza cuántica de la materia mediante su confinamiento con la luz del láser. Varios haces de luz pueden inmovilizar un grupo de átomos a temperaturas tan bajas (milmillonésimas de grado del cero absoluto) que su movimiento térmico queda notoriamente reducido. Los átomos se asocian entonces en un estado cuántico particular denominado **condensado de Bose-Einstein** donde pierden su individualidad como partículas formando un solo "superátomo". Los átomos en ese estado adquieren propiedades muy parecidas

a la luz, incluso manifiestan los efectos de interferencia y difracción observados sólo en ondas. Este experimento demuestra definitivamente algo que se sospechaba desde hacía un tiempo: el carácter cuántico de todo el Universo, y ha promovido una nueva forma de realizar cálculos, la **computación cuántica**.

Cambios revolucionarios están ocurriendo en el ámbito de las comunicaciones. Ya es ampliamente conocido que las comunicaciones modernas son imposibles sin las redes de fibra óptica. Ahora se estudia la propagación de la luz sin pérdida de energía a través de fibras microestructuradas a distancias de dimensiones planetarias. Esto haría innecesario el uso de repetidores o amplificadores que compensen la pérdida de energía que ocurre durante la propagación a través de las redes actuales. Igualmente se ha descubierto que la luz confinada en estructuras de menor tamaño que la longitud de onda, las nanoestructuras, funciona de una manera muy particular que recuerda el comportamiento de los átomos. Ahora los fotones pueden ser manipulados en microcircuitos donde es posible lograr una mejor utilización de sus propiedades. De esta manera, se desarrolla la fotónica que consiste en el desarrollo de dispositivos donde los fotones realizan operaciones antes sólo reservadas a los electrones.

El bombillo de Edison a fines del siglo XIX fue realmente una buena idea, tan buena que la figura del bombillo se utiliza para representar eso: una idea. Por supuesto que una buena idea de más de cien años de antigüedad sólo puede ser reemplazada por otra mucho, pero mucho mejor. En los años 1980-1990 se desarrollaron los llamados **diodos emisores de luz** (LEDs por sus siglas en inglés). El LED es un dispositivo fotoelectrónico que al paso de la electricidad emite luz. Pronto las pantallas o lámparas serán como un papel que se sacarán del bolsillo, se abrirán como un periódico y se colocarán donde convenga. Conectadas a Internet a través de los teléfonos celulares, representan el verdadero periódico del futuro que ya es realidad. El LED es mucho más eficiente que los sistemas actuales de iluminación, y sólo es cuestión de tiempo para su adaptación al uso masivo. La representación gráfica de la palabra "idea" quizás va a tener que evolucionar.

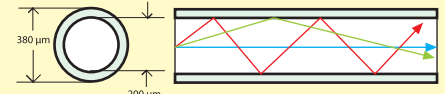
# La física en... la fibra óptica

## Las comunicaciones por pelos

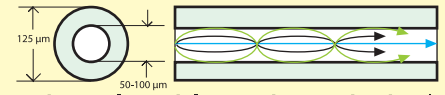
### Parque Tecnológico de Mérida

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio flexibles, del espesor de un cabello. Pueden transportar 65 000 veces más información que un cable similar de cobre. Esto quiere decir que todas las llamadas telefónicas de un país pueden viajar por dos pelos de fibra óptica. Llevan mensajes en forma de haces de luz que viajan, de punta a punta del filamento, donde quiera que vayan (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

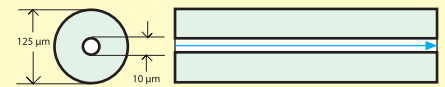
¿Cómo viaja la luz en la fibra óptica? De manera similar a como el sonido de nuestra voz se conduce a lo largo de una manguera: las ondas sonoras emitidas en uno de sus extremos se reflejan en las paredes interiores y se propagan hasta el otro extremo. En la fibra óptica, es la luz la que "rebota" a lo largo de la "finísima manguera" sin interrupción de un extremo a otro, sin importar si hay curvas o esquinas. Esto se debe a que en la fibra óptica ocurre una **reflexión total interna**. El rayo de luz que viaja por la fibra óptica se refleja internamente de manera íntegra, ya que este medio tiene un índice de refracción (capacidad para desviar la luz) mucho mayor que el medio externo. De modo que al incidir la luz en los límites externos de la fibra óptica con cierto ángulo, no pasa al medio externo, se refleja, "rebota", avanzando así a lo largo del "pelo de vidrio".



**Fibra multimodal.** En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los distintos rayos ópticos recorren variadas distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. La distancia de transmisión es limitada.



**Fibra multimodal con índice graduado.** El núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. En estas fibras el número de rayos ópticos diferentes es menor y, por lo tanto, su distancia es mayor.



**Fibra monomodal.** Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. Es más difícil de construir y manipular por lo que es también más costosa, pero permite distancias de transmisión mayores.

## Deportes

# Voleibol venezolano a las Olimpiadas 2008

### Rogelio F. Chovet

Las selecciones femenina y masculino de voleibol lograron, por primera vez en la historia, un cupo para competir representando a Venezuela en las Olimpiadas Beijing 2008.

La selección masculina obtuvo su pase después de vencer a la selección argentina, ubicada entre las diez mejores del mundo. El marcador final fue de 3 sets a 1 (25-22, 23-25, 20-25, 16-25). Hay que destacar que este evento preolímpico fue disputado en la propia Argentina, que sólo había un cupo ya que Brasil tenía el otro y los venezolanos lo lograron.

La selección venezolana femenina, por su parte, venció al experimentado conjunto peruano en su propio país, y así derrumbó los pronósticos que daban a las incas un puesto para Beijing. La vinotinto ganó el encuentro 3 sets a 2 (25-22, 25-27, 25-22, 22-25 y 15-13).

En un juego de voleibol pueden ocurrir diferentes jugadas: el saque, la recepción, la colocada o "montada", el bloqueo y el remate.

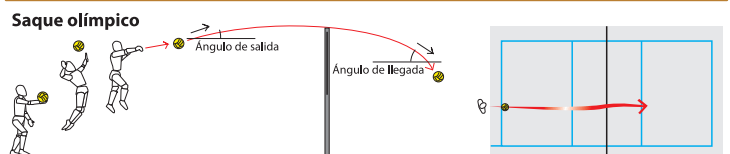
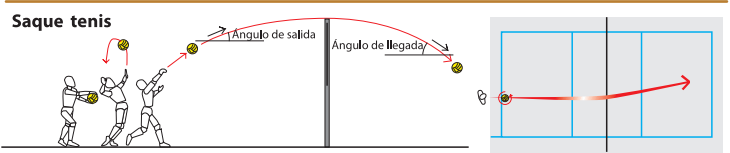
Al saque se le atribuyen dos objetivos fundamentales. Por un lado, obstaculizar el ataque después de la recepción del saque del adversario, haciéndolo más lento (más predecible para el bloqueo) y, por el otro, anotar un tanto directo.

Según la técnica utilizada para el saque, la pelota se mueve de diferente manera, pero todas tienen una trayectoria parabólica. La **balística** es el estudio de esta trayectoria que está definida por la velocidad inicial del balón y su inclinación de salida, en la cual, por efecto de la gravedad y del roce con el aire, el balón vuelve a caer con otra inclinación y velocidad.

El saque básico o "por debajo" mantiene una trayectoria parabólica con ángulos de inclinación de salida y entrada similares, y no tiene movimiento lateral importante debido a la baja velocidad inicial.

El saque tenis o "por arriba" que manda el golpe inicial a una mayor altura hace que los ángulos sean distintos y suma la gravedad como elemento acelerador. A su vez, el balón al ser golpeado descentrado produce un movimiento lateral que dificulta su recepción.

El saque olímpico o de "suspensión" tiene las mismas características generales del saque tenis, al cual se le adiciona una salida a mayor altura y fuerza que le confiere una velocidad similar al remate.



## Retos del siglo XXI

# Unificación de las fuerzas de la naturaleza

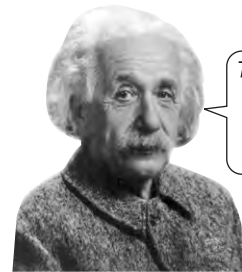
Claudio Mendoza, IVIC/CeCaCULA

**A**lbert Einstein pasó los últimos treinta años de su vida buscando una teoría unificada de la naturaleza. Aunque no lo logró, y hasta ahora no se ha logrado, al menos nos inspiró para que esta búsqueda dominara el desarrollo de la física teórica desde la segunda mitad del siglo XX con resultados realmente extraordinarios. Sabemos, por ejemplo, que en la naturaleza existen sólo cuatro fuerzas fundamentales –la gravedad, la fuerza electromagnética y las dos fuerzas nucleares (fuerte y débil)– y que la materia en su nivel más básico está constituida sólo por tres familias de partículas elementales.

Más aún, Einstein dejó sembrado un legado invaluable con relación a la importancia de la simetría en la descripción de las leyes naturales, lo que ha permitido una agrupación de las propiedades de las partículas fundamentales en un modelo estándar y una unificación parcial de las fuerzas, específicamente de la electromagnética y la nuclear débil. El nuevo gran acelerador de partículas (Large Hadron Collider) de la Organización Europea para la Investi-

ción Nuclear CERN en Ginebra, Suiza, está principalmente destinado a comprobar estas simetrías, rupturas de simetrías y supersimetrías en el camino hacia la deseada descripción unificada.

Uno de los obstáculos para obtener una “teoría del todo” reside en las grandes diferencias que se observan en las intensidades relativas de estas fuerzas. Pero quizás el mayor es la integración de las dos grandes teorías de la física moderna, la relatividad general que describe la gravedad y la mecánica cuántica, las cuales brillan por su incompatibilidad. La primera se basa en una descripción geométrica del espacio-tiempo mientras que la segunda se reduce a predicciones probabilísticas de los procesos microscópicos. La teoría de cuerdas, donde las partículas se representan en términos de cuerditas, ha sido un intento destacable en las últimas tres décadas en esta unificación, pero a pesar de ciertos adelantos, está muy lejos de lograrlo. Así que el reto para el siglo XXI está abierto y con mucho embrujo.



*Tengo una fe profunda en que el principio del Universo será bello y simple.*

**Albert Einstein**  
(Alemania, 1879-1955)



Detalle del Large Hadron Collider del Laboratorio Europeo CERN en Ginebra, Suiza.

# Comprueba la ley de Snell

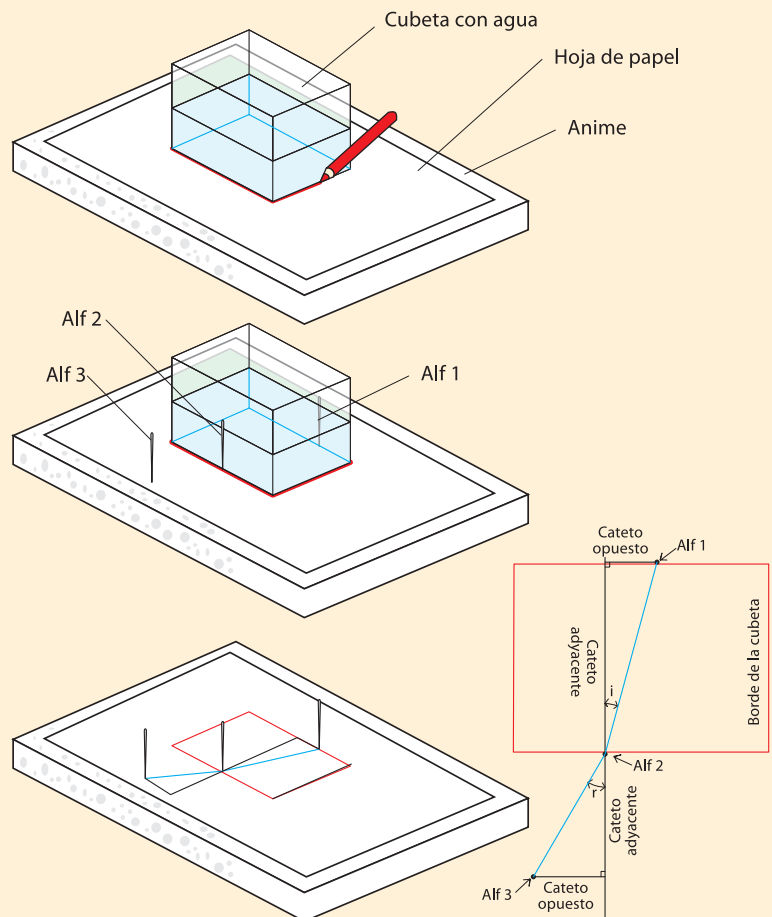
La razón del seno del ángulo incidente al seno del ángulo de refracción es una constante

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

**Materiales.** Cubeta pequeña o caja de bombones de plástico transparente, agua, alfileres de cabezas de colores, papel, lápiz, lámina de anime, corcho o foami, regla.

### Procedimiento

- Coloca sobre la lámina de anime una hoja de papel y la cubeta llena de agua hasta la mitad.
- Marca con el lápiz en la hoja las caras de separación de la cubeta, e inserta un alfiler detrás de la cubeta (Alf 1).
- De igual forma pero adelante, busca colocar otro alfiler hacia un lado alineado con el que está detrás (Alf 2).
- Toma un tercer alfiler (Alf 3) y ubícalo de tal manera que esté alineado con tu vista en el aire (frente a ti).
- Quita la cubeta y extrae los alfileres.
- Traza con la regla una línea perpendicular a los límites de la cubeta que pase justo por el orificio de Alf 2.
- Une con una línea el orificio del Alf 1 (detrás de la cubeta) con Alf 2 y, luego, del Alf 2 con Alf 3.
- Observa que el rayo luminoso (la línea), al pasar del agua al aire, se separa de la perpendicular o normal.
- Mide el cateto opuesto y el adyacente de cada uno de los triángulos rectángulos formados y calcula el valor de cada ángulo: El de incidencia, que lo forma la línea perpendicular a las caras de la cubeta con la unión de los orificios 1 y 2, y el de refracción que lo forma la línea perpendicular con la unión de los orificios 2 y 3.
- Utiliza la expresión  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , para determinar el índice de refracción del agua. Recuerda que para el aire se toma como índice 1.
- Ensayá con diferentes medios en la cubeta, por ejemplo, aceite, alcohol o glicerina.

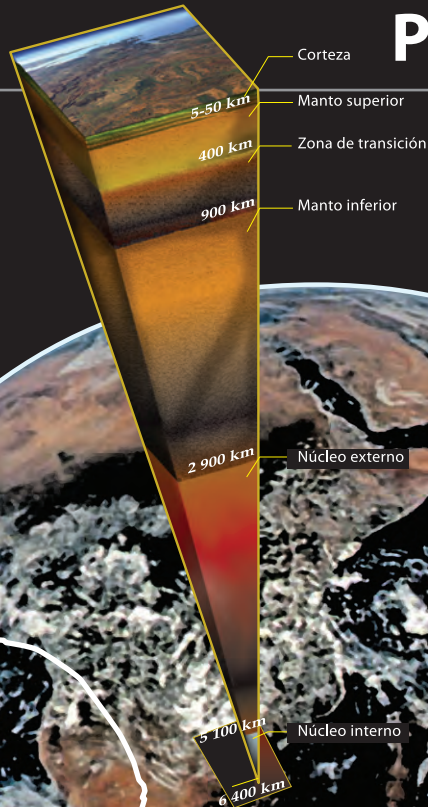


# Planeta Tierra: su anatomía

Inírida Rodríguez, Universidad Central de Venezuela, Caracas

La geología y geofísica son dos de las geociencias que nos ayudan a comprender la Tierra. Cuando pensamos en la primera, acude a nuestra mente el geólogo, brújula en mano, botas de campo, muestras de rocas y fósiles, escudriñando la superficie terrestre para conocer el subsuelo. ¿Y el geofísico? Midiendo desde la superficie de la Tierra la gravedad, los campos magnético y eléctrico y la velocidad de propagación de ondas que son reflejo de las variaciones de sus propiedades físicas.

Desde la atmósfera, pasando por su superficie y viajando hacia el centro de la Tierra, encontramos tres unidades fundamentales estratificadas: corteza, manto y núcleo. La corteza es una capa delgada de espesor y densidad variable según su naturaleza continental (35-40 km, 2,7 g/cm<sup>3</sup>) u oceánica (6 km, 2,8-3,0 g/cm<sup>3</sup>), separada del manto por la discontinuidad de Mohorovicic (rocas con alto contenido de silicatos) que se extiende hasta la discontinuidad de Gutenberg, a 2 900 km de profundidad, donde se ubica el núcleo (material de alta densidad, mezcla de hierro y sulfuros de hierro). El núcleo externo se comporta como un líquido pero el interno es sólido.



## Las siete maravillas de la física

# El Gran Colisionador de Hadrones

Claudio Mendoza, IMC/CeCalCULA

Uno de los grandes logros del siglo XX fue el establecimiento de un **modelo estándar** de las fuerzas y partículas fundamentales de la materia. Los extensos experimentos se realizaron principalmente con **aceleradores de partículas**, instalaciones gigantescas donde se aceleran partículas subatómicas (protones y electrones) a altas energías para después hacerlas chocar entre ellas y estudiar los escombros. Las partículas se aceleran por medios electromagnéticos, y los aceleradores pueden ser de geometría circular como el Tevatrón de Fermilab o lineal como el del SLAC, ambos en los Estados Unidos.

Existe actualmente una gran expectativa con la apertura del nuevo acelerador, el **Gran Colisionador de Hadrones** (LHC), de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) en Ginebra, Suiza, planificada para mediados de 2008. Expectativa motivada por los rangos de energía que se van a alcanzar (14 TeV), los cuales nunca han sido explorados, donde se pronostican nuevos descubrimientos y se pretenden recrear las condiciones del comienzo del Universo justo después del *Big Bang*. El LHC tiene como prioridad ayudar a entender el mecanismo físico por medio del cual las partículas adquieren masa, y explicar por qué hay tan poca antimateria en el Universo. También con su apoyo se buscarán nuevas partículas de materia exótica, y se tratará de comprobar si el espacio tiene más de tres dimensiones.

El LHC consta de un tubo circular subterráneo de 27 km de circunferencia con imanes superconductores que se mantienen a una temperatura de -271 °C, donde se aceleran dos haces en sentidos opuestos antes de chocarlos de frente en cuatro sitios. Los escombros de los choques se recogen en detectores totalmente computarizados para su evaluación.

