



**Sabías que...**

Un luchador de Tae Kwon Do reacciona en apenas 0,18 segundos, casi el doble de rápido de lo que tarda un ser humano en pestañear. En la foto, la venezolana Adriana Carmona, medallista olímpica de bronce.



**El lanzamiento más rápido**

La velocidad más alta lanzada por un pitcher fue de 100,9 mph, efectuada por Lynn Nolan Ryan (Angelinos de California) en el estadio Anaheim, estado de California, el 20 de agosto de 1974.

**Página 6.**



**El espacio-tiempo**

*El espacio,  
la frontera final...*

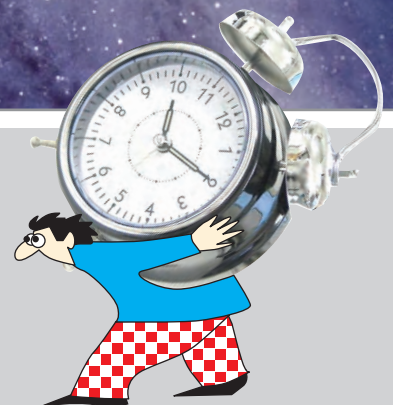
**Capitán James T. Kirk,**  
Foto: Nave espacial Star Trek  
**Página 4.**



**La física en... un reloj**

Un reloj es un dispositivo que permite contabilizar el paso del tiempo, ese tiempo que sólo se percibe a través de una sucesión de acontecimientos, cambios o movimientos. Si nada se moviera o nada cambiara, no podríamos percatarnos del paso del tiempo.

**Página 7.**



Fisicasas

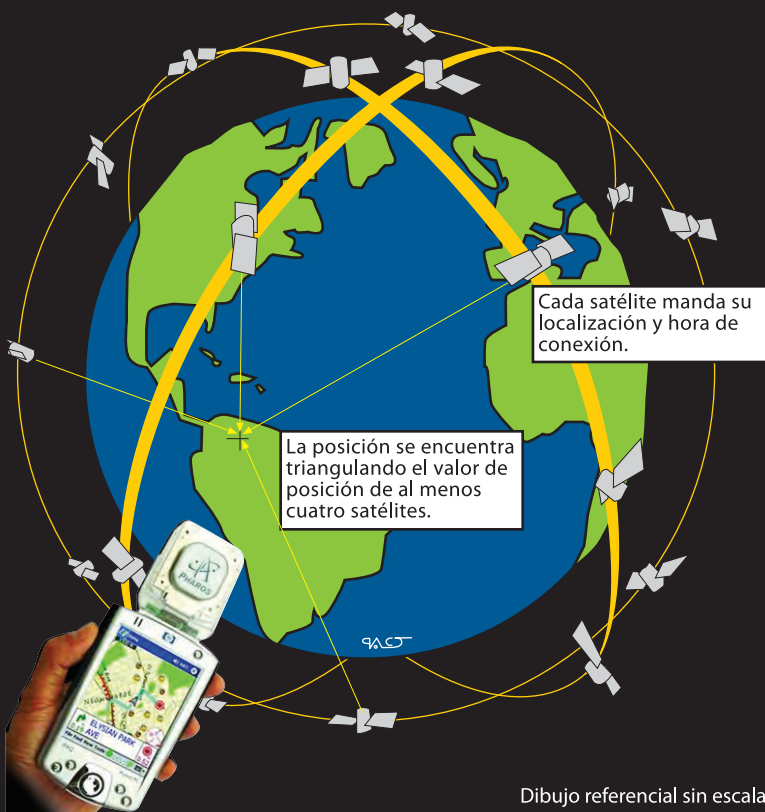
# El sistema de posicionamiento global

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

El **sistema de posicionamiento global** (GPS) es un sistema de navegación por satélite que permite determinar la posición de un objeto en cualquier parte del mundo con una precisión de unos cuantos metros. Consta de 31 satélites a 20.200 km de altura que cubren sincronizadamente todo el globo terráqueo.

Para determinar una posición geográfica (latitud, longitud y altitud), el instrumento local recibe la posición y hora de varios satélites (al menos cuatro) por medio de microondas, lo que permite, al comparar los retrasos de las señales relativas a su reloj interno, medir con gran precisión la distancia a cada uno de ellos, y así obtener la posición por triangulación.

Para asegurar la precisión deseada, se utilizan en cada uno de los satélites relojes atómicos. Como el reloj interno del instrumento no está sincronizado con los de los satélites, se necesitan al menos cuatro satélites para obtener una posición absoluta. Los satélites se mueven y se encuentran por su altura en un campo gravitacional diferente al de la superficie de la Tierra, entonces se debe usar la teoría de relatividad general de Einstein para hacer las respectivas correcciones temporales relativistas, junto con las correcciones por dispersión de la luz y los cambios de sistemas de referencia inerciales a no inerciales.



Dibujo referencial sin escala

## ¡¡¡¡¡ INTENTALO EN CASA !!!!!!

**Presentando: Marvin y Milo**

**Qué necesitas:** • Una tableta efervescente • Agua  
• Un pocito para película vacío • Un periódico viejo

¡Puedo hacer un cohete espectacular!

Tápalo ...

... bate un poco el pocito.

Colócalo al revés sobre el periódico, y ¡aléjate!

Pon la tableta en el pocito.

Añade como 1 cm de agua.

La tableta en agua burbujea emitiendo gas.

El gas se acumula hasta que la tapa no aguanta más la presión!

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

# Manuel Bemporad: El mundo que nos rodea está impregnado de física

Entrevista  
Marielba Núñez

**E**l mp3 inunda los oídos con nuestra música favorita. Gracias a la computadora nos trasladamos a mundos virtuales. Pocas veces nos detenemos a pensar en que esos dispositivos que cada vez se hacen más imprescindibles existen gracias a la física. “El mundo que nos rodea, desde la cosa más sencilla hasta la más sofisticada, todo está impregnado de consecuencias, de leyes y fenómenos de la física”, dice el científico Manuel Bemporad.

## ¿Hay que ser un “cerebrito” para entender física?

El coco de las matemáticas y el coco de la física han sido creados artificialmente, porque el que los domina adquiere un poder especial con respecto a los demás que no lo comprenden. Hay que perderles el miedo y, cuando eso ocurra, se descubrirá que son interesantes y que no requieren un esfuerzo enorme. Hubo una científica muy importante, Madame Curie, que demostró que la física se le podía explicar a los niños.

## ¿Por qué la física es importante?

La física es la ciencia que explica lo que ocurre en la naturaleza. Todos los fenómenos que ocurren alrededor de nosotros son fenómenos físicos. A veces no nos damos cuenta de que siempre está actuando sobre nosotros una ley física.

## Entonces es parte de la vida cotidiana.

Sí, y ha llegado a niveles de sofisticación muy grandes. Son cosas que sorprenden a los abuelos. Mi mamá, que vivió 90 años, a lo largo de sus cien años de vida vio cómo los carros a caballo eran sustituidos por el automóvil. También vio aparecer la televisión y los satélites, vio el viaje a la Luna.

## ¿Para qué aprender física si no la necesito para usar avances tecnológicos?

Ese es un problema que se refiere no sólo a la física sino a cualquier ciencia. ¿Para qué voy a estudiar el cuerpo humano si tengo un recetario donde me dan las medicinas? La cosa no es así porque en la medida en que te interesas un poquito más, cuando se presentan problemas que no están resueltos en el mataburros, vas a requerir más conocimientos y vas a querer adquirirlos. Si no conocemos bien los fenómenos físicos y cómo funcionan, es muy difícil que lleguemos a entender a la naturaleza, para que ésta haga lo que nos interesa que haga.

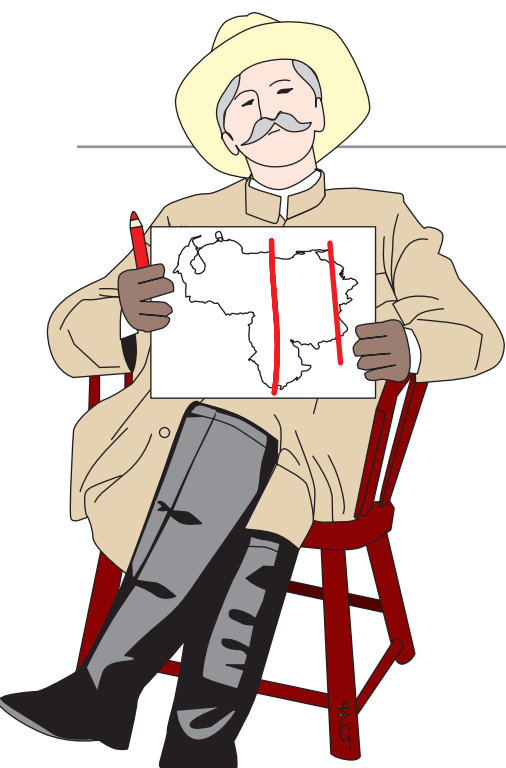


Manuel Bemporad vino a Venezuela en el año 1954, desde su nativa Argentina, donde había estudiado física en la Universidad de La Plata. Llegó con un amigo escritor, que lo entusiasmó sobre un país del que sabía muy poco, pero que se convirtió en su hogar. En esa época aún no existía la carrera de física en el país, y él ayudó a crearla en la Universidad Central de Venezuela y luego a organizar el Centro de Física del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Amó a la física desde niño, cuando soñaba con ser astrónomo. Admiró a Albert Einstein y a Stephen Hawking, dos físicos que supieron cómo derrotar la adversidad. Bemporad murió en el año 2007 dejándonos un legado de conocimientos.

## La física en la historia El Meridiano Cero en Venezuela

Yajaira Freites, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

**C**uando Lino Revenga (1832-1895) hizo sus cálculos para el Anuario del Colegio de Ingenieros de Venezuela de 1862, calculó el Meridiano de Caracas respecto al de Greenwich en  $-04:27:39,4$ . Para ese entonces, no existía el Meridiano Cero sino que los países tendían a tener el suyo propio, aunque para asuntos internacionales buscaran una referencia como la del Meridiano de Cádiz (España), de París (Francia) o de Greenwich (Inglaterra). Siendo colonia de España, las referencias cartográficas del país eran las del Meridiano de Cádiz, pero en la medida en que Venezuela fue construyendo su propia cartografía, empezó a tener como referencia el Meridiano de París y, en ocasiones, el de Greenwich. En 1884 Venezuela participó en la Conferencia Internacional del Meridiano Cero, y votó a favor de declarar como tal al de Greenwich. Sin embargo, a principios del siglo XX, los partes meteorológicos del Observatorio Cajigal todavía indicaban la posición del Observatorio en referencia al Meridiano de París ( $-04:37:04,25$ ). En 1912, a instancias de Luis Ugueto (1868-1936), director del Observatorio Cajigal, el gobierno del general Juan Vicente Gómez (ilustración) adoptó la Hora Universal (UT) al considerar como referencia Cero al Meridiano de Greenwich. De allí en adelante la Hora Legal de Venezuela se calculó en UT  $-04:30$ , al escogerse en Venezuela el meridiano que pasa cerca de Villa de Cura. Tal cambio también afectó a la cartografía que de ahora en adelante usaría a Greenwich como su referencia. En enero de 1965, se cambió al Meridiano de Punta Playa (Delta Amacuro) y la hora se calculó en UT  $-04:00$ , pero en diciembre de 2007 se volvió al Meridiano de Villa de Cura.



# ¿Qué es el espacio



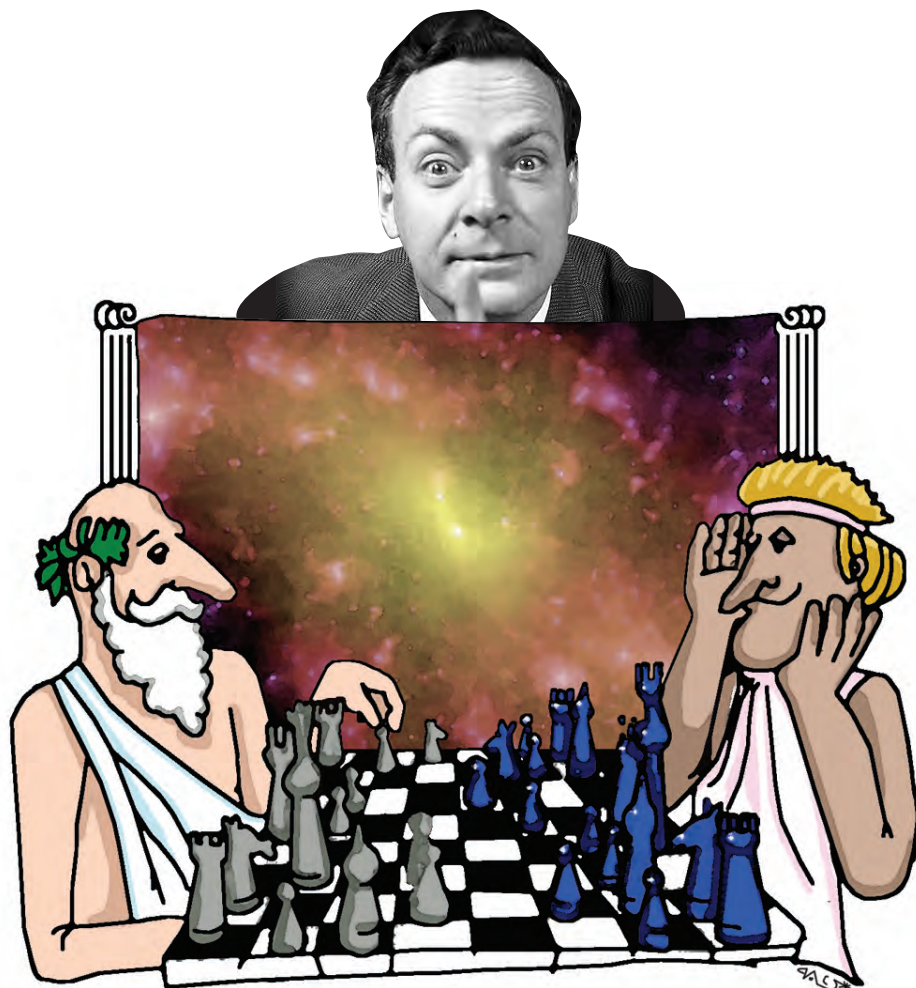
**Isbelia Martín**, Universidad Simón Bolívar,  
Caracas

**R**ichard Feynman, uno de los grandes físicos del siglo XX, decía: “El mundo natural es algo así como una gran partida de ajedrez jugada por los dioses, donde nosotros sólo somos espectadores ignorantes de sus reglas. Pero si observamos por un tiempo suficientemente largo, podríamos entender algunas de ellas. La física fundamental trata precisamente de descubrir esas reglas.”

Una poderosa herramienta que los físicos utilizamos para entender el mundo natural es la de llevar una minuciosa bitácora de las posiciones espaciales de los objetos que estudiamos junto con su ocurrencia en el tiempo. Este registro es necesario para determinar el movimiento que describen los objetos cuando interactúan entre ellos y poder descubrir las propiedades intrínsecas de esas interacciones para, luego, establecer las leyes físicas que las gobiernan. Usando la analogía de Feynman, el espacio y el tiempo representan el tablero donde se lleva a cabo el gran juego de ajedrez de la naturaleza.

En el siglo XVII, la concepción del espacio y del tiempo proveniente de una percepción subjetiva de la naturaleza se abandonó para convertirla en una herramienta operacional. Ésta era la concepción clásica de Newton donde el espacio, el tiempo y los objetos eran independientes entre sí. De hecho, el tiempo era sólo una cantidad que permitía llevar el orden de los acontecimientos, y el intervalo temporal entre dos eventos, así como la distancia espacial entre dos objetos en un instante, serían los mismos para cualquier observador independientemente de su movimiento. Pero con el descubrimiento de la velocidad finita y constante de la luz en el vacío para todos los observadores que la midieran, el espacio-tiempo rígido de Newton tuvo que flexibilizarse. El tablero de ajedrez de la naturaleza se podía estirar o encoger de acuerdo con el movimiento de los observadores.

¿Pero qué tiene que ver la luz con el espacio y el tiempo? La relación se establece cuando respondemos a preguntas como, ¿qué significa medir distancias e intervalos de tiempo? De una u otra manera siempre tendremos a la luz como intermediaria en las mediciones, y su valor constante origina el concepto de **relatividad del tiempo y el espacio**, ya que las magnitudes de estos



últimos dependen de las velocidades relativas entre los observadores. La simultaneidad temporal de los eventos también va a estar sujeta al movimiento relativo de los observadores: para uno puede que dos eventos ocurran simultáneamente mientras que para otro no. El tablero de ajedrez de la naturaleza se hizo definitivamente más flexible.

Ahora bien, si las medidas de distancia y tiempo son relativas al movimiento de cada observador, ¿cómo podemos entonces hablar de reglas del juego o, más precisamente, de leyes físicas de la naturaleza? En respuesta, Albert Einstein propuso que la descripción de las leyes físicas siempre sería igual para todos los observadores “inerciales”, o sea aquéllos que no tenían peso y se movían entre ellos a velocidad constante. Su **Principio de Relatividad** precisamente define en la física a los que se denominan “sistemas de referencia inerciales”.

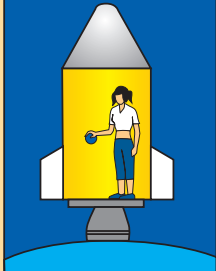
Si los observadores pesaran estarían sometidos a fuerzas gravitacionales, lo que signi-

fica que estarían acelerados. El observador acelerado en general puede reportar movimientos de objetos debidos a “fuerzas ficticias” que son causadas por su propio estado de movimiento y no por interacciones intrínsecas entre los mismos objetos. Inventa reglas del juego que sólo él ve pero que los dioses originalmente no incluyeron. Sin embargo, si los observadores pesados se lanzaran en caída libre, podríamos considerarlos inerciales por un instante de tiempo momentáneo en una región muy pequeña del espacio. En este caso las leyes físicas que describirían serían las mismas que las de sus colegas inerciales. Las fuerzas atractivas gravitacionales tienen una propiedad muy peculiar que las diferencia del resto de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, y es que se pueden desaparecer momentáneamente si el observador escoge caer en caída libre. Este hecho fue llevado a la categoría de principio físico por Einstein quien le dio el nombre de **Principio de Equivalencia**. Esto ocurre porque las fuerzas gravitacionales aceleran a todos los

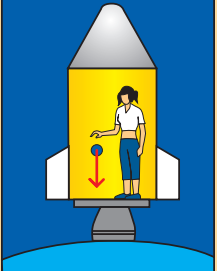
# y qué es el tiempo?



Nave espacial posada sobre la Tierra

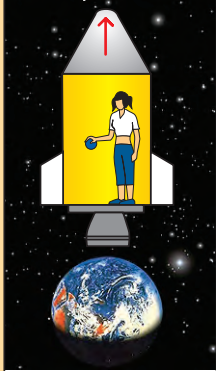


Al soltar la pelota ésta adquiere una aceleración de  $9,8 \text{ m/s}^2$

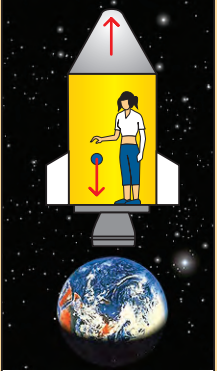


El Principio de Equivalencia de Einstein enuncia que un sistema en un campo gravitacional, por ejemplo un cohete en la plataforma de lanzamiento en la Tierra, es indistinguible de uno acelerado, o sea ese mismo cohete en el espacio externo viajando con una aceleración igual a la que adquieren los cuerpos que caen en la superficie de la Tierra ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

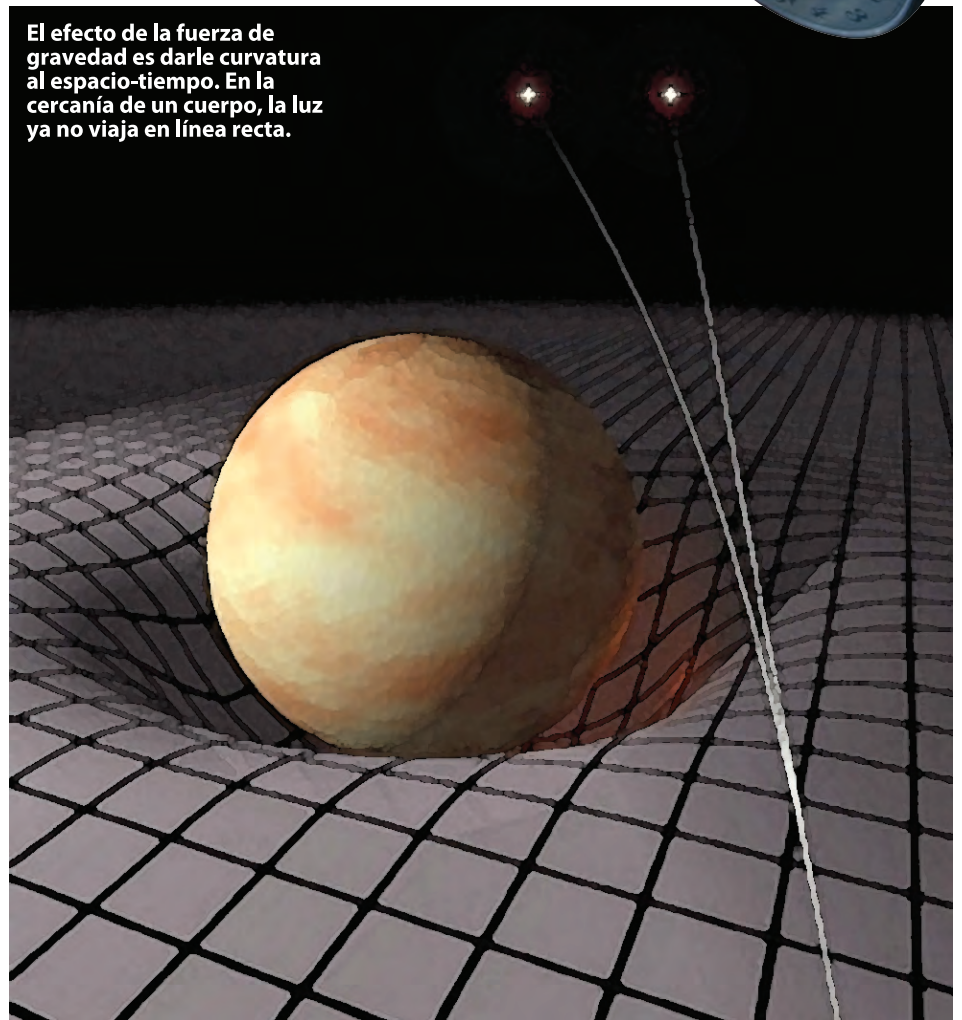
Cohete con una aceleración de  $9,8 \text{ m/s}^2$



Al soltar la pelota ésta adquiere una aceleración de  $9,8 \text{ m/s}^2$



El efecto de la fuerza de gravedad es darle curvatura al espacio-tiempo. En la cercanía de un cuerpo, la luz ya no viaja en línea recta.



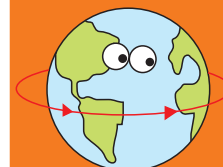
cuerpos por igual independientemente de su composición interna, comportándose por un instante como fuerzas ficticias que pueden desaparecer con un simple cambio de sistema de referencia, el de un observador en caída libre.

¿Cómo sería el espacio-tiempo para los observadores pesados? La presencia de fuerzas gravitacionales hace que la luz también "pese". Esto causa que al pasar cerca de objetos muy masivos la trayectoria de la luz se desvíe de una línea recta. Las medidas de distancias e intervalos de tiempo para los observadores pesados entonces son distintas a las de los observadores alejados de cuerpos masivos, adicionalmente a las diferencias debidas a sus velocidades relativas. De hecho los intervalos de tiempo en la superficie de la Tierra son más largos que los de un satélite en órbita. Los sistemas de posicionamiento global (GPS) permanentemente deben corregir esas diferencias para sincronizar

sus relojes atómicos con los relojes en la superficie terrestre. El tablero de ajedrez no solamente es flexible sino que está distorsionado por la presencia de la fuerza de gravedad. Más aún, el espacio-tiempo es la manifestación misma de los campos gravitacionales y, como tal, una pieza más del juego de ajedrez que interactúa con las otras y cambia de estado continuamente. Tenemos al final un juego muy complicado donde el tablero no sólo es flexible sino que condiciona las jugadas de las demás piezas y éstas a su vez lo moldean a él.

Cuando queremos hacer una descripción del espacio-tiempo a distancias y lapsos muy pequeños, nos encontramos nuevamente con problemas. La naturaleza impone limitaciones a la precisión de las medidas e inclusive en la determinación de los instantes de tiempo en los cuales los eventos atómicos ocurren. El Principio de Incertidumbre de Heisenberg establece que en los eventos microscópicos la preci-

sión de la medida de las distancias es inversamente proporcional a la de las velocidades, igual que la del tiempo es inversamente proporcional a la de las energías. En consecuencia, el tablero de ajedrez en estas escalas se torna borroso y distorsionado. Para medir distancias usando la luz necesitamos del tiempo, y para medir el tiempo requerimos que los objetos cambien de estado. Para que cambien de estado son necesarias la diversidad de estados y una conciencia que pueda reconocer esa diversidad. Entonces, ¿está el tiempo sólo en la conciencia del que desea conocer las reglas del juego? O en realidad, ¿tendrá existencia física propia?



**RETO**  
¿Cuántas veces rota la Tierra durante un año de 365 días?

Prueba y verás

# La bolsa de té voladora



Parque Tecnológico de Mérida

**T**oma una bolsita de té y con cuidado le cortas con unas tijeras la parte superior, donde está la cabuyita. Vacía el té de la bolsita (guárdalo para hacer tu infusión), y cuidadosamente con un dedo abre la bolsita hasta lograr algo parecido a un cilindro. Mantén la bolsa abierta verticalmente en un plato de peltre o de cerámica, luego prende con un fósforo la parte superior. Observa qué sucede.

Verás que la bolsa empieza a quemarse de arriba hacia abajo, y cuando ya la llama está llegando a la base de la bolsa, se eleva rápidamente como si fuera un cohete. ¿Qué pasa?

El material de la bolsa es muy liviano y al quemarse se va haciendo más liviano. Como la llama calienta el aire circundante, éste se hace menos denso y sube creando una corriente de aire caliente ascendente. Mientras sube el aire caliente, llega un momento en que el peso de la bolsa sin quemar se hace más pequeño que la fuerza ascendente del aire, y por eso el resto de la bolsa sube. Si observas con detenimiento verás que aunque la bolsa esté totalmente quemada, sus cenizas seguirán subiendo.

¡Se necesita la supervisión de un adulto para encender el fósforo!



Deportes

# El lanzamiento más rápido

Rogelio F. Chovet

**E**l 20 de agosto de 1974, el pitcher Nolan Ryan lanzó una pelota de béisbol a la velocidad de 100,9 mph (millas por hora). Esta velocidad es la más alta medida en un juego de este deporte a nivel profesional. La velocidad es una relación del desplazamiento que recorre un objeto en un tiempo determinado. El valor 100,9 mph significa que la pelota lanzada por Ryan, si mantenía esa velocidad constante, hubiera recorrido 100,9 millas (1 milla equivale a 1 609 metros) en una hora, o sea, 162 348 m/h. Si lo queremos llevar a la unidad de tiempo segundo, debemos dividir este último valor entre 3 600 ya que una hora tiene esa cantidad de segundos. Por ello la pelota lanzada por este pitcher recorrió un poco más de 45 metros en un segundo.



$$V = \frac{d}{t} = \frac{45,1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{162,4 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 100,9 \text{ mph}$$

Si la distancia entre el bateador y el lanzador de la pelota es de un poco más de 18 metros, entonces podemos calcular el tiempo que tiene el bateador para golpear la pelota de béisbol utilizando la fórmula:

$$V = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{V} = \frac{18 \text{ m}}{45 \text{ m/s}} = 0,4 \text{ s}$$

Por ello, el bateador tiene un poco menos de la mitad de un segundo desde que el lanzador arroja la bola para mover el bate y golpearla. Sólo la práctica de este deporte puede darnos esa posibilidad, el poder batear una bola de béisbol.

$$V = \frac{d}{t}$$

V= Velocidad  
d= Desplazamiento  
t= Tiempo

# La física en... un reloj

## Evento repetitivo que se cuenta

Parque Tecnológico de Mérida

Un reloj es un dispositivo que permite contabilizar el paso del tiempo, ese tiempo que sólo se percibe a través de una sucesión de acontecimientos, cambios o movimientos. Si nada se moviera o nada cambiara, no podríamos percatarnos del paso del tiempo. De allí que el principio de funcionamiento de un reloj es la generación de un acontecimiento recurrente: una acción física que se repite de forma regular y se cuenta, lo cual hace posible comparar el intervalo en que ocurre un evento con el número de las acciones regulares que produce el reloj mientras acaece dicho evento.

La acción recurrente que se cuenta en un reloj mecánico como el antiguo "cucú" es la oscilación de un péndulo. El número de oscilaciones se registra mediante un mecanismo de engranajes que hace girar las agujas del reloj.

En los hoy populares relojes digitales, se sustituyen los engranajes por circuitos electrónicos y el péndulo por un cristal de cuarzo integrado a un circuito eléctrico. En este caso, la acción física regular, periódica, que se contabiliza son las vibraciones del cristal transformadas en una secuencia de pulsos binarios hasta activar un exhibidor digital o numérico.



- A Batería
- B Oscilador de cuarzo
- C Circuito integrado
- D Motor: magneto y bobina
- E Engranajes

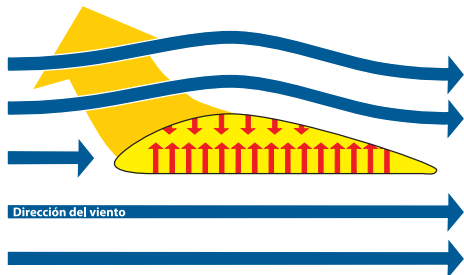


### Curiosidades



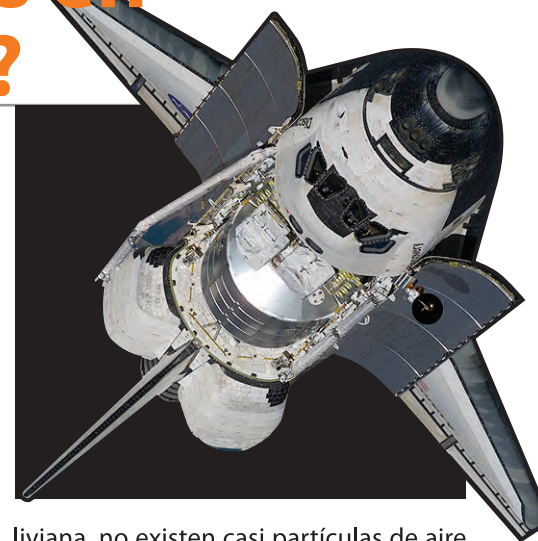
## ¿Vuelan los aviones en el espacio exterior?

Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas



Los aviones y las aves, al igual que los helicópteros o cualquier vehículo de transporte aéreo a motor, están diseñados para que las partículas de aire se muevan por encima de las alas o hélices con mayor velocidad que por la parte inferior. Esto hace que la presión sobre la

parte superior de las alas o hélices sea menor y se logre el empuje necesario hacia arriba para que el vehículo se pueda elevar. La presión, al ser mayor abajo, produce como respuesta un empuje que hace que el aparato se mantenga suspendido. En el espacio exterior, la atmósfera es muy



liviana, no existen casi partículas de aire que ejerzan presión sobre la nave. Por lo tanto, se hace imposible que el aparato se eleve al no tener el empuje necesario, esto sin contar que los motores impulsores de las naves utilizan el oxígeno del aire para poder funcionar.

Tras el cielo azul

# La dictadura del tiempo

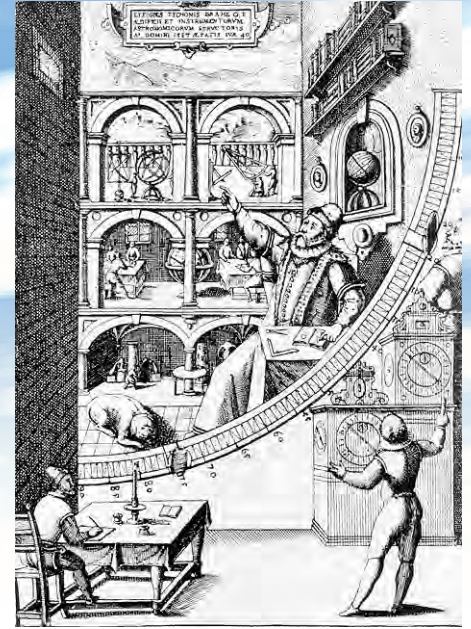
Carlos Abad, Centro de Investigaciones de Astronomía, Mérida

Desde su origen, la astronomía se ha estudiado en todas partes de la Tierra, pues el cielo y su atractivo han sido los mismos para todos. Pronto nos dimos cuenta de que, aparentemente, los movimientos de los dos cuerpos más grandes que vemos en el cielo eran periódicos; es decir, se repetían cada cierto tiempo y en forma constante. Nos dimos cuenta de las fases lunares y de los movimientos del Sol al amanecer. Muy pronto comprendimos que debíamos acoplarnos a ellos. Cuando falta el Sol, descansamos. Cuando está presente, "hacemos nuestra vida".

El ritmo cotidiano del movimiento aparente del Sol guía nuestro ritmo biológico. Y no sólo el nuestro, sino el de la casi totalidad de los animales. De la misma forma, si amanecía el Sol por un lado del horizonte, significaba época de calor; si por otro, de frío. O quizás de lluvia, o de clima templado, o seco. Ambos, el Sol y la Luna, nos hablan

del tiempo, tanto del tiempo como orden y cronología de sucesos como de aquél que significa clima y condiciones de vida. Sus movimientos, sobretudo los del Sol sobre la bóveda celeste, se asemejan a un reloj. Con ellos aparecen los conceptos de día, mes y año asociados a la rotación, a las fases de la Luna y a la traslación. Necesitamos del control del tiempo para saber de sus hechos, pero también para recordar y predecir los acontecimientos.

Cualquier unidad de medición de tiempo requiere de un patrón fijo, y nos hemos dado cuenta de que el día solar no es uniforme a lo largo del año. Pero la universalidad e importancia del Sol lo eligieron como patrón de medición y, aunque en la actualidad podemos elegir unidades más rigurosas, nos va a ser difícil separarlas de la dictadura que suponen el día y la noche, de la dictadura que impone nuestro astro rey.



Física y salud

## ¿Qué es la física médica?

### Orígenes y perspectivas en Venezuela

Miguel Martín, Universidad Central de Venezuela, Caracas

Desde la segunda mitad del siglo XX y, a consecuencia del desarrollo de la ciencia atómica y nuclear, la medicina tuvo un gran impulso tecnológico en la aplicación de las radiaciones ionizantes sobre los tejidos vivos para el tratamiento de enfermedades. Se desarrollaron a un paso acelerado diferentes tipos de equipamiento utilizando elementos radioactivos como el radio y el cobalto 60; se construyeron generadores de radioisótopos, generadores de rayos X de alta energía usando aceleradores lineales y muchos dispositivos más.

Paralelamente, la proliferación del uso de la ciencia atómica y nuclear en numerosas aplicaciones promovió la creación de organizaciones reguladoras, siendo la más importante la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA). Para establecer una regulación apropiada del uso de la alta tecnología atómica y nuclear, se requie-

ría de la aparición de una nueva disciplina que abarcara el conocimiento detallado de la física presente en este tipo de equipos y simultáneamente las implicaciones médicas que su acción presentaba. Esta nueva disciplina es la **física médica**. El físico médico no representa una mezcla entre el médico y el físico, sino que se trata de un físico con alto grado de conocimiento en la física de aquellos equipamientos que se utilizan en el tratamiento y diagnóstico en pacientes. Su acción compete, por una parte, a garantizar la calidad del funcionamiento de los equipos utilizados en tratamiento y diagnóstico, y por la otra, a integrarse en equipos humanos interdisciplinarios, constituidos por médicos, personal paramédico y técnicos para así colaborar en la calidad global del tratamiento y diagnóstico en los pacientes.

En nuestro país, la física médica es nueva. Hace cerca de diez años se crearon postgrados para la formación del recurso humano, tanto en la Universidad Central de



Venezuela como en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, atendiendo a una demanda creciente de profesionales. Afortunadamente, también se han venido estableciendo las regulaciones y legislaciones correspondientes. Ante esta avalancha de equipamiento de alta tecnología que nos llega al país, tanto por el sector público como por el privado, nos queda un enorme reto por delante pues ningún centro de tratamiento y diagnóstico debería carecer del físico médico. ¿Te unirías a ayudarnos a enfrentar este reto?