



### Reto

¿Por qué si nos bañamos con agua a 25 °C tenemos una sensación de frío, mientras que el aire, a la misma temperatura, nos da más bien una sensación de calor?



### Clavados

Con derroche de clase y precisión, Ramón Fumadó venció el rígido criterio conservador de los jueces, y alcanzó una histórica clasificación para las Olimpiadas Beijing 2008 en los exigentes saltos ornamentales.

Página 6.

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

# Complejidad biológica: la vida

Imagen fuente: *National Geographic Magazine*

Una inquietante pregunta y motivo de intensa reflexión para numerosos investigadores ha sido, desde tiempo inmemorial, explicar el comienzo de la vida terrestre y su evolución desde los seres unicelulares...

Páginas 7, 8 y 9.



### Eventos radiactivos peligrosos

Los materiales radioactivos emiten partículas alfa, beta y rayos gamma muy energéticos...

Página 6.

## Fisicasas

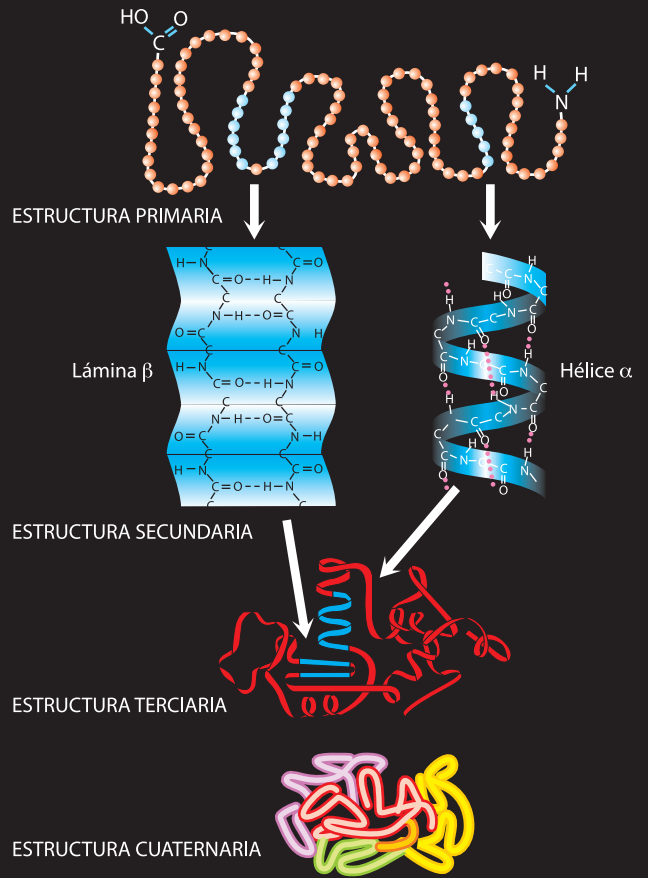
# La estructura de las proteínas

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

Cada tejido, cada función, cada señal en las células de los seres vivos depende de las proteínas, macromoléculas cuyas complejas estructuras manifiestan un alto grado de especialización del cual sabemos muy poco, enredos desentrañables donde la topología apenas se hace valer.

Estas complejas estructuras se pueden empezar a analizar en cuatro niveles. La **estructura primaria** es una larga cadena de aminoácidos, de 200 a 300 en un polímero típico. Los aminoácidos son moléculas orgánicas compuestas de átomos de hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre. Existen alrededor de 20 tipos de aminoácidos en la materia orgánica que constituyen un enigmático alfabeto que al menos conduce a la diversidad. Cada uno de ellos se enlaza con sus vecinos próximos en la cadena, pero también con otros más distantes y esto es lo que da lugar a las **estructuras secundarias**. Por ejemplo, enlaces con el cuarto vecino hace que la cadena forme un tirabuzón conocido como la **hélice alfa** y con el tercer vecino produce estructuras laminares (láminas beta). Más aún, enlaces entre eslabones específicos de una cadena, por ejemplo una hélice alfa con una lámina beta, dan lugar a **estructuras terciarias**, y enlaces entre diferentes cadenas resultan en **estructuras cuaternarias** que le dan la individualidad y funcionalidad a cada proteína. Las hay globulares como las albúminas de la sangre, huevo y leche, o fibrosas como las de los cartílagos, tendones, pelos, uñas y cuernos.

Por lo general, los enlaces no son covalentes sino mucho más sutiles como los puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals. Así que entender cómo se pliega una proteína para caracterizar su funcionalidad es actualmente un intricado rompecabezas.



**Intenta esto EN CASA**

Presentando: **Marvin y Milo**

**Qué necesitas:** •Un poco de agua •Un chinche  
•Una botella plástica pequeña

Hoy vamos a hacer un chorro de agua con esta botella.

Llena la botella con agua y ponle la tapa.

Con el chinche perfora tres huequitos cerca del fondo a 4 mm de separación y uno cerca del cuello.

Cubre el huequito de arriba para que el agua no se salga por los de abajo.

Observa cómo convierto tres chorros en uno.

Una vez unidos, se mantienen juntos por la tensión superficial.

Simplemente frota los tres chorritos con un dedo.

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

Prueba y verás

# Sopla la bomba dentro de la botella

Parque Tecnológico de Mérida

**T**oma una botella de plástico (de dos litros con asa) e introduce una bomba mediana, asegurándote de cubrir la boca de la botella con la apertura de la bomba. Ahora trata de inflar la bomba dentro de la botella. Por más duro que soples, la bomba apenas se infla.

Con un punzón abre un hueco de unos dos milímetros en la pared de la botella, y sopla de nuevo. Esta vez la bomba se infla fácilmente y, si con un dedo tapas el hueco y retiras tu boca, la bomba permanece inflada dentro de la botella. ¿Por qué?

En el primer caso, el espacio entre la bomba y la botella (que contiene aire) está hermético (cerrado). Aunque el aire es más comprimible que un líquido, nuestra fuerza muscular para expulsar aire de los pulmones no es suficiente para comprimir el aire atrapado entre la bomba y la botella. Por esta razón la bomba apenas modifica su forma. Pero en el segundo caso, como el sistema ya no es cerrado, nuestra fuerza muscular es suficiente para inflar la bomba. Al tapar el hueco con el dedo y quitar la boca de la tapa, la bomba no se desinfla ya que el aire que tiene adentro está a la misma presión atmosférica contra la cual se infló.

Esto nos demuestra que nuestros organismos están adaptados (a través de la evolución) a funcionar dentro de la atmósfera terrestre.



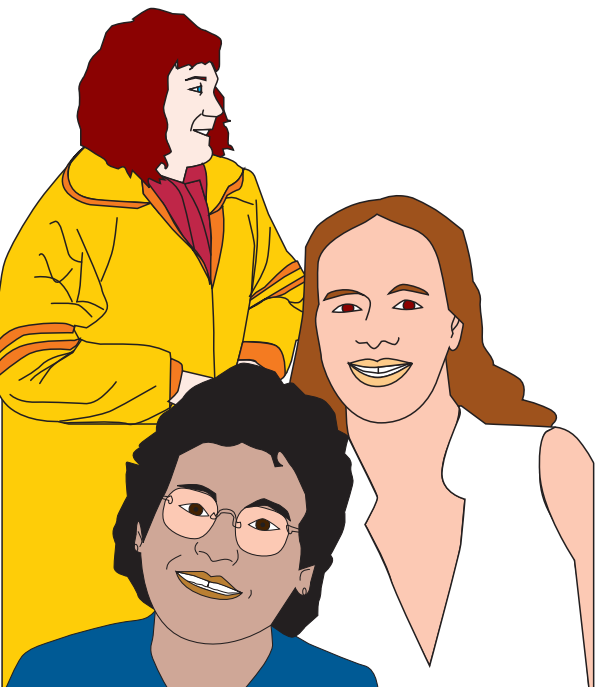
La física en la historia

## Premio Fundación Empresas Polar "Lorenzo Mendoza Fleury"

Yajaira Freites, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas

**D**esde 1983, el Premio Fundación Empresas Polar "Lorenzo Mendoza Fleury" es otorgado cada dos años para reconocer y estimular a científicos venezolanos de disciplinas como biología, física, matemáticas y química que destaquen por el aporte en su área, su creatividad, productividad y talento. Un comité de reconocidos investigadores y un riguroso grupo de proponentes manejan el arduo proceso de selección.

En las trece ediciones del premio han sido dieciséis los físicos galardonados siendo tres de ellos mujeres: Nuria Calvet (ilustración superior), astrofísica del CIDA; Ana María Font (ilustración inferior), quien trabaja en la UCV en teoría de cuerdas y supercuerdas, y Alejandra Melfo (ilustración intermedia), física relativista de la ULA. Cuando fueron premiados, cinco trabajaban en el IVIC y cuatro en la ULA, seguidos de dos en la UCV y en el CIDA respectivamente, y uno en la USB, Pdvsa/Intevep e IBM de Venezuela. Como se puede apreciar, el premio en ocasiones ha recaído en físicos que trabajaban en un sector distinto al universitario. Los campos estudiados van desde la constante cosmológica del Universo hasta los dispositivos nanoscópicos, estos últimos de relevancia en procesos catalíticos como la hidrodesulfuración (HDS) que se aplica en nuestra industria petrolera.



# La nueva ciencia, la nueva

**Luis A. Núñez**, Universidad de Los Andes y CeCalCULA, Mérida

**E**n la década de 1970, ocurrió lo que le ha pasado varias veces a la humanidad: cambió el modo de producción de bienes y servicios, transformando la organización y las actividades de toda la sociedad. Conocemos bien los cambios en la estructura familiar cuando pasamos de sociedades agrarias a sociedades industriales. Ahora estamos viviendo los cambios de nuestras familias en su paso de una sociedad industrial a una informacional, ya que el centro de esta nueva sociedad es la **información** y, sobre todo, el **conocimiento**. La gestión científica y tecnológica no escapa de convertirse también en una actividad informacional, en una **e-actividad**, donde al menos cambia la manera como se organizan las comunidades académicas para crear y diseminar el conocimiento que producen.

Los términos **e-ciencia** y el más amplio de **e-investigación** han sido acuñados para describir las nuevas formas de producción y diseminación del conocimiento. Uno de los retos que estamos enfrentando en esta nueva manera de hacer ciencia es el de manejar, administrar, analizar y preservar el diluvio de datos que recibimos continuamente de un universo de sensores. Esos registros están siendo enviados a una red de repositorios distribuidos donde son preservados y accedidos globalmente a través de la Web. Los resultados de los modelos numéricos y las mediciones son analizados por equipos de e-investigadores distribuidos geográficamente, quienes interactúan mediante ambientes de colaboración multimedia en línea. Más aún, las conclusiones están siendo irradiadas a la sociedad entera mediante publicaciones interactivas, en las cuales está disponible el acceso a los datos y a las aplicaciones originales. En un futuro muy cercano, la tendencia en este uso de las tecnologías de información por parte de la sociedad del conocimiento apunta a jugar el papel que hoy tienen los servicios de agua y electricidad.

En este nuevo panorama, donde el conocimiento es cada vez más el elemento clave de la actividad económica, no es de extrañar que nuestra función como docentes tenga que focalizarse en la enseñanza de los principios básicos de las ciencias y hu-

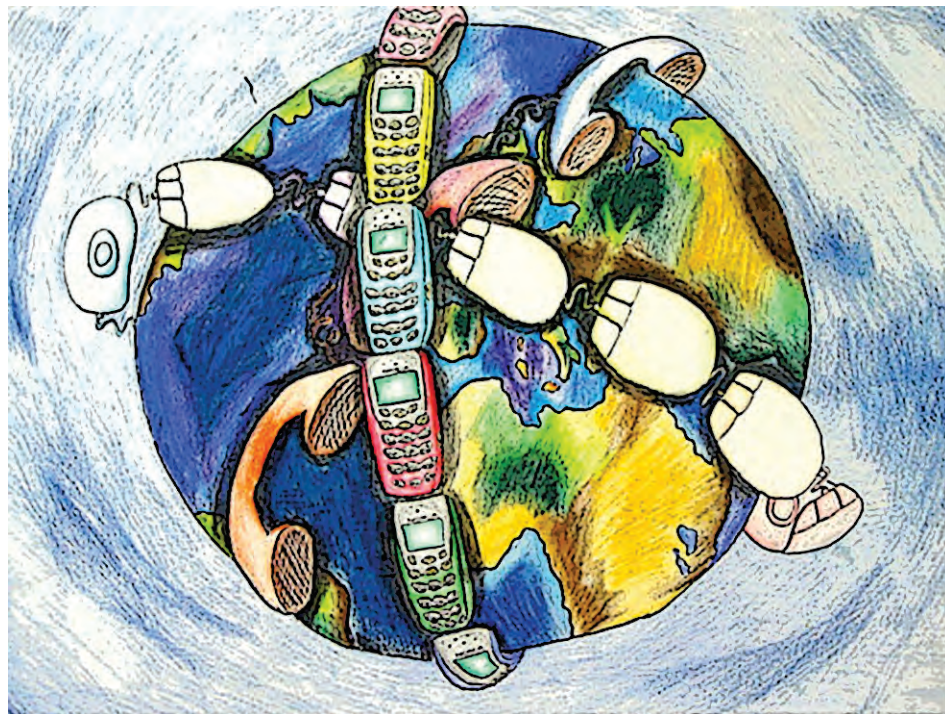


Imagen de la reunión 2007 en el Reino Unido del *e-Science All Hands*.

*e-Ciencia se refiere a colaboraciones globales en áreas científicas clave y a la nueva generación de la infraestructura computacional que la sustentará.*



**John Taylor**  
(Reino Unido, 1945)

manidades, impartiendo el adiestramiento necesario para que los estudiantes puedan encontrar en la Red la información pertinente y valorar su calidad. Es la oportunidad dorada para incorporar a nuestros estudiantes a la producción activa de nuevos conocimientos. Debemos, entonces, vincular la producción y captura de datos provenientes de mediciones y simulaciones en las fronteras del conocimiento con la formación de nuevos profesionales en todas las disciplinas.



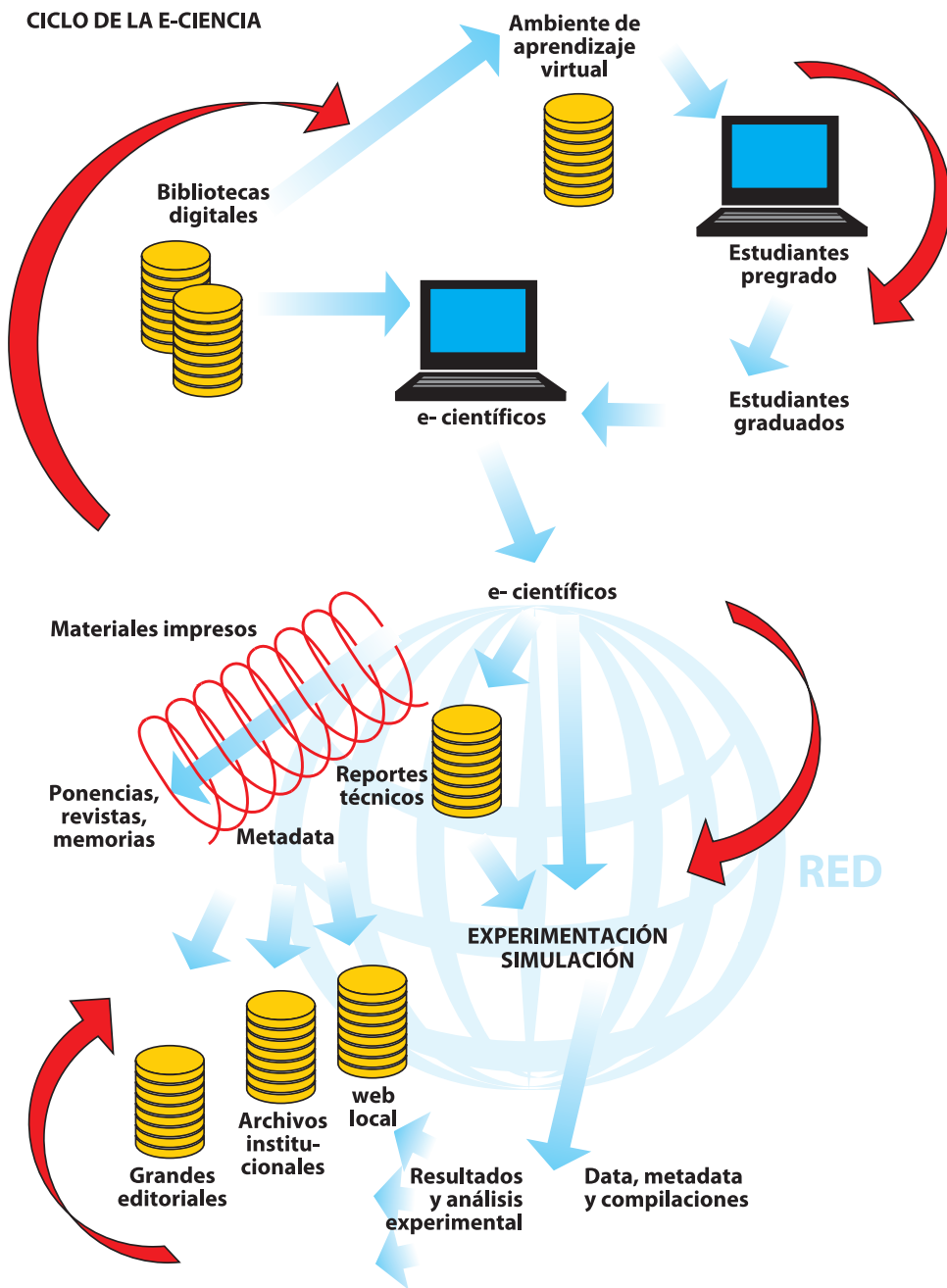
En la física, hemos vivido el paso de la ciencia individual, hecha por personas o pequeños grupos de investigación, a la ciencia industrial o gran ciencia. Las historias de grandes físicos unidas a sus respectivas teorías conforman la mayor parte del desarrollo de la disciplina. La **industrialización de la física**, por otra parte, ha permitido la construcción de enormes instrumentos para sondear lo más pequeño y lo inmenso. Son los grandes aceleradores de partículas, los extensos arreglos de telesco-

# sociedad

*La e-Ciencia va a cambiar la dinámica general en la que se lleva a cabo la ciencia.*

**John Taylor**

## CICLO DE LA E-CIENCIA



requiere almacenar y analizar volúmenes tan grandes de información que tiene que utilizar una red de repositorios alrededor del mundo. Fueron los primeros físicos industriales y, ahora, son los primeros e-físicos. Sin embargo, otras comunidades de físicos se están apegando rápidamente a esta revolución. Por ejemplo, los astrofísicos siempre han compartido telescopios poderosos, tanto terrestres como espaciales y generado campañas de observación para su uso colectivo. A fines de la década de 1990, surge la idea de crear el **Observatorio Virtual Internacional**, un ambiente de trabajo Web que permite manejar grandes volúmenes de datos diversos, procedentes tanto de simulaciones numéricas como de las mediciones de los distintos telescopios. Hoy en día, gran parte de la astronomía se hace a través de herramientas Web de este observatorio virtual.

Hace más de 20 años, Kenneth G. Wilson, Premio Nobel de Física en 1982, se dio a la tarea de alertar sobre los cambios que veríamos en la física. Nos avisó sobre la necesidad de utilizar el computador como herramienta, como instrumento, como mecanismo de intercambio de información. Llamó la atención en torno a esa nueva comunidad de físicos emergentes, respecto a programas de estudio innovadores, sobre revistas y mecanismos de producir conocimientos distintos a los que se habían visto hasta ese momento. Hoy los estamos viviendo.

pios y poderosos sincrotrones los que fuerzan a los grupos de investigación a convertirse en organizaciones de investigación donde cientos y, a veces miles, de profesionales deben trabajar de forma coordinada. Con el establecimiento de todas estas empresas, el paso a la e-ciencia se empieza a dar cuando los resultados experimentales se colocan democráticamente a través de la Web a la disposición de la comunidad internacional.

Los pioneros y visionarios de estos profundos cambios fueron los físicos de altas energías. Esta comunidad, que estudia los componentes fundamentales de la materia, se vio obligada a industrializarse para construir, mantener y compartir la gigantesca instrumentación (los aceleradores de partículas) con que trabajaba. No en balde esta comunidad ha sido responsable de la invención de la Web y del protocolo de comunicación entre computadores para el intercambio de información. Ahora



### SABÍAS QUE...

A una altitud de 10 000 metros, altura a la cual vuelan los aviones, la presión atmosférica y la temperatura disminuyen. La presión es 4 veces menor que la presión al nivel del mar, y la temperatura puede bajar hasta los 55 °C bajo cero.

# La física en... los efectos de las radiaciones

## Eventos radioactivos desastrosos

### Parque Tecnológico de Mérida

Los materiales radioactivos emiten partículas alfa, beta y rayos gamma muy energéticos. Los efectos biológicos de estas radiaciones no son completamente conocidos, pero se cree que sus altas energías producen cambios en las células perturbando su funcionamiento normal. De los diversos tipos de radiación que hemos mencionado, el más peligroso es la **radiación gamma**. Las células de los tejidos vivos se componen de moléculas de intrínseca estructura, rodeadas de una solución salina rica en iones. Cuando la radiación gamma incide sobre esta ordenada sopa, produce daños a escala atómica y, si la exposición es alta, puede producir daños irreparables y hasta la muerte.

La liberación al medio ambiente de altas concentraciones de emisiones radioactivas, especialmente rayos gamma, puede ocurrir en eventos desastrosos como los que listamos a continuación.

- Una explosión provocada: Hiroshima y Nagasaki (Japón, 1945).
- La utilización de explosivos convencionales para dispersar material radioactivo en el medio ambiente circundante: una "bomba sucia". ¡No ha sucedido y esperamos que no suceda!
- Un accidente en una planta nuclear de generación de electricidad: Three Mile Island (EEUU, 1979), Chernobyl (ex URSS, 1986).
- Un descuido, negligencia o robo: radioisótopos usados en medicina nuclear y en diferentes usos industriales interactúan con la población en general, sin que ésta esté al tanto: Goiania (Brasil, 1987).

Los primeros tres casos son los más peligrosos porque los vientos pueden dispersar la nube radiactiva a grandes distancias, generando lluvias radiactivas que afectan amplias regiones.



## Deportes

# Saltos ornamentales

Rogelio F. Chovet

Los primeros datos de competencias de saltos ornamentales o clavados se remontan a la antigua Grecia donde, en las costas del Peloponeso y en las islas Eólicas, se hacían concursos de saltos. También en la civilización cretense se han hallado vestigios que muestran ejercicios y competiciones de figuras de salto al mar.

Los **saltos de trampolín**, influidos por el desarrollo de la gimnasia, se iniciaron en Europa a fines del siglo XIX, y fueron incluidos como categoría olímpica (modalidad masculina), por primera vez, en los Juegos de St. Louis 1904. Sólo constaban de pruebas de "variedad" y "normales". En el apartado femenino, el debut se produce en los Juegos de Estocolmo 1912.

Esta modalidad deportiva consiste en saltar desde un trampolín de 1 o 3 metros, o una plataforma de 10 metros, realizando figuras aéreas con una ejecución lo más perfecta posible. Los saltos se dividen en 5 fases donde intervienen diversos elementos de física, los cuales son objeto de análisis y evaluación por parte de los jueces y son los siguientes.

**La carrera de aproximación.** Se trata de puntuar la aproximación del saltador al final del trampolín, punto éste de máxima concentración. La ejecución del salto comienza cuando la señal es dada por el juez árbitro. El cuerpo estará recto, la cabeza erguida y los brazos estirados en cualquier posición.

**El impulso o despegue.** Es el salto que se produce para abandonar el trampolín. Se puntuará el control, el equilibrio y la potencia del despegue.

**La elevación.** Se considerará la altura que el saltador alcance, ya que ésta permite una mejor ejecución del resto de las partes del salto.

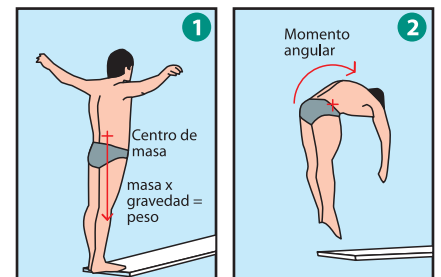
**La ejecución.** Se trata de evaluar el salto en sí mismo, analizando la técnica, la posición, los giros, tirabuzones, etc.

**La entrada en el agua.** Se puntuará el ángulo de entrada en el agua, su verticalidad con el cuerpo recto y los pies juntos, la cantidad de agua desplazada y los brazos estirados más allá de la cabeza. Uno de los aspectos más importantes, en este punto, es salpicar lo menos posible al entrar en el agua.

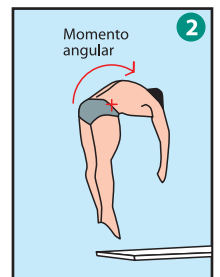


El mirandino Ramón Fumadó se hizo con el único boleto para el clavadismo venezolano en los Juegos Olímpicos Beijing 2008, tras calificarse en el quinto lugar en el trampolín de tres metros durante la repesca de la Copa del Mundo.

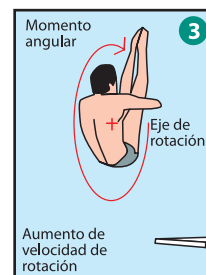
### Elementos de física presentes en un salto ornamental



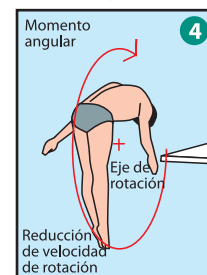
Cuerpo en equilibrio. Centro de masa alineado con trampolín



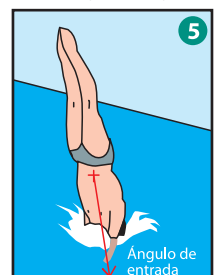
Adquisición de velocidad inicial al aprovechar el rebote efectuado por el trampolín



Aumento de la velocidad al reducir la distancia con el eje de rotación al encoger el cuerpo



Reducción de la velocidad al abrir brazos y piernas con la finalidad de lograr posición para entrada al agua



El ángulo de entrada debe ser lo más perpendicular a la superficie del agua con la finalidad de que su resistencia sea la menor posible

# La vida

Inírida Rodríguez, Universidad Central de Venezuela, Caracas

Una inquietante interrogante y motivo de intensa reflexión para numerosos investigadores ha sido, desde tiempo inmemorial, explicar el comienzo de la vida terrestre y su evolución desde los seres unicelulares, pasando por los dinosaurios, hasta el hombre. Esto es particularmente importante si tomamos en cuenta que la vida humana en la Tierra apenas representa un instante en la inmensidad del tiempo geológico.

Se estima que las formas vivientes más primitivas aparecieron hace unos 3 600 millones de años (ma). Eran organismos microscópicos muy simples que fueron haciéndose cada vez más complejos en un proceso de adaptación a las nuevas condiciones de una Tierra donde los niveles de oxígeno atmosférico iban en aumento. Sin embargo, hay escaso registro de vida de ese extenso lapso de tiempo que precedió al período Cámbrico. La evidencia fósil sugiere que hace unos 570 ma, en los albores del Paleozoico, ya existía una importante cantidad de seres de cuerpos blandos en los océanos. Poco a poco fueron evolucionando, adquiriendo cubiertas protectoras, esqueletos duros y capacidad de movimiento como los **trilobites**. Hace 400 ma surgen los primeros peces, y unos 354 ma atrás, durante el Carbonífero, proliferan las plantas sobre la superficie terrestre. Se conforman así los primeros bosques, semilla de valiosos recursos energéticos como el petróleo, el carbón y el gas natural que hoy explotamos para sustento y desarrollo de nuestra civilización.

En este complejo proceso evolutivo siguen los primeros anfibios (350 ma) compartiendo su vida entre la tierra y el mar, luego los primeros reptiles (280 ma), incorporados sólo a la vida terrestre, y los dinosaurios que dominaron la Tierra durante unos 200 ma, para luego extinguirse hace 65 ma a fines del Cretácico, en un paisaje para esa época caracterizado por variadas plantas con flores. Las aves (surgidas en el Jurásico, unos 170 ma atrás) y los mamíferos primitivos (aparecidos 110 ma, durante el Cretácico), así como una flora con gran diversidad de árboles antecesores de los que hoy cubren la superficie terrestre, son la expresión viviente característica del Terciario. Desde el punto de vista evolutivo, un hito significativo es la aparición de los primeros simios durante el Oligoceno (de 34 a 23,5 ma antes del presente). Final-



Fósil de Trilobite



mente, el Cuaternario es un período que ha sido testigo de la desaparición de los grandes mamíferos como el mamut, de la última glaciación (10 ma atrás) con los cambios en el nivel del mar a ella asociados y de la aparición del hombre sobre la Tierra. En su brevísimo transitar por este planeta, el hombre evolucionó desde el *Australopithecus* (3 a 4 ma atrás) en África, pasando por el *Homo Erectus* hace un millón de años, el *Neanderthal* en Europa y parte de Asia

(100 a 35 mil años atrás), hasta el primer *Homo Sapiens* llamado el **Hombre de Cromagnon**. Tal como lo conocemos hoy día, el hombre ha ocupado la mayor parte del globo terráqueo desde hace unos treinta mil años; desarrolló formalmente la agricultura hace unos diez mil años, se organizó para vivir en ciudades e inició el registro histórico de su aventura terrenal mediante la escritura hace unos 4 000 años.

# Complejidad biológica



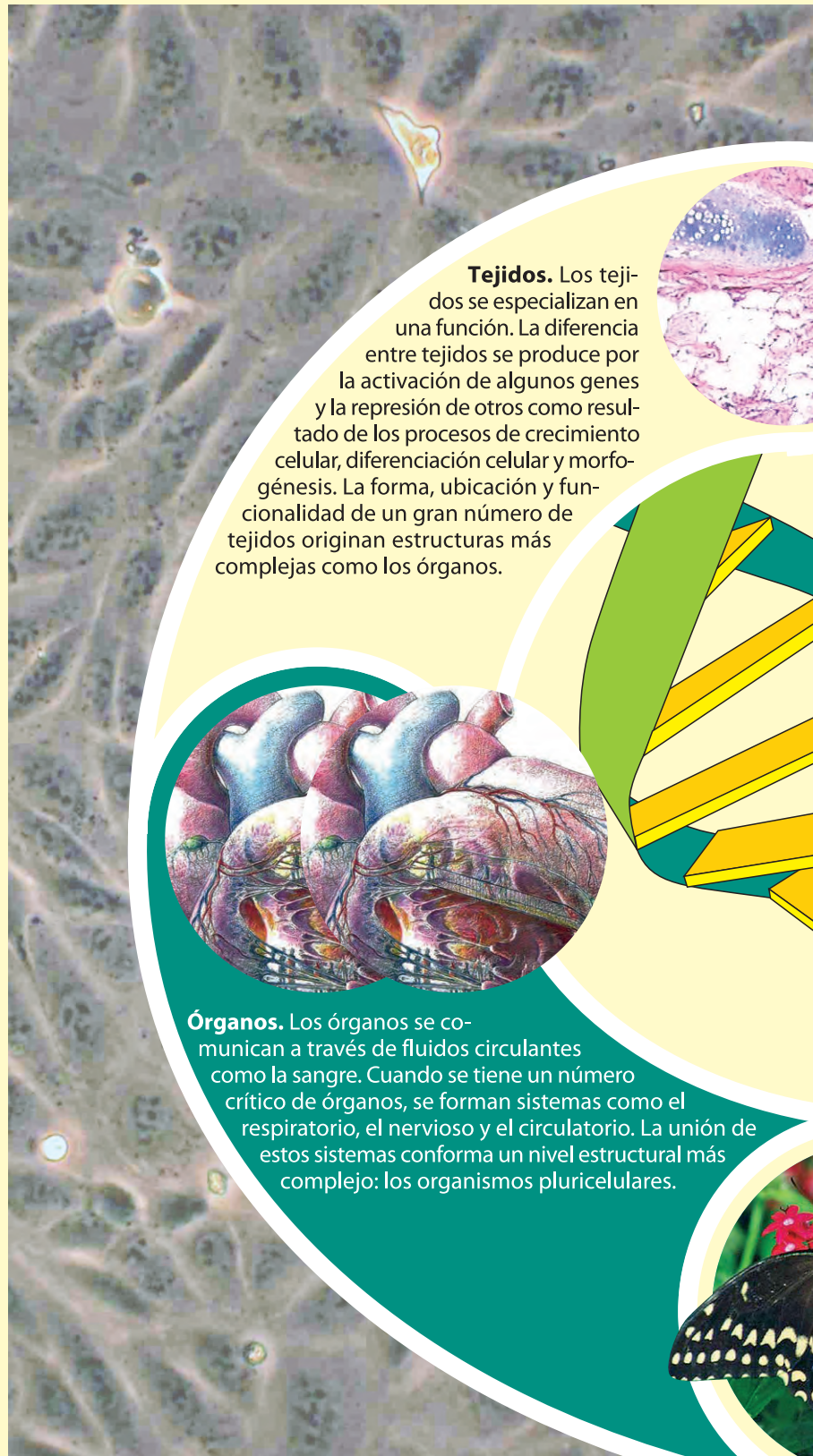
Parque Tecnológico de Mérida

La física de la materia inerte se basa en la dinámica, la geometría y la simetría. Sin embargo, la materia viva ha resultado de difícil comprensión y no ha sido fácil distinguir sus características esenciales. Al pasar de la molécula a una célula, la complejidad de los sistemas aumenta y, a medida que nos movemos a partir del nivel celular, la biología está repleta de fenómenos emergentes que se originan de mecanismos no-lineales, estocásticos, de retroalimentación y dinámica fuera de equilibrio. El resultado es que los sistemas biológicos son, característicamente, muy complejos.

Entender el comportamiento de un sistema biológico es poder identificar y simplificar patrones de comportamiento comunes que la vida manifiesta, patrones que suelen ser usados por la naturaleza en todas sus expresiones. Por ejemplo, el dibujo en espiral que se manifiesta en las formas de las galaxias, la cadena de ADN, la forma de los caracoles, los tornados, la manera en que baja el agua por los inodoros, etc. La física y la matemática pueden ayudar a identificar y a explicar estos patrones, generando nuevos e importantes retos para la ciencia.

Ilustremos esto a partir de un estudio simple de cómo se genera un comportamiento colectivo (patrón) a partir de la comunicación entre sistemas biológicos: un individuo genera un mensaje físico-químico, otro lo recibe e interpreta generando otro mensaje a su vez. Esta emisión sucesiva de mensajes entre un número pequeño de individuos forma estructuras sencillas de comportamiento. Cuando la cantidad de individuos comunicados supera un número crítico, se sincronizan dando lugar a estructuras más complejas que la suma de los comportamientos individuales. La formación de estas estructuras complejas se jerarquiza en niveles de complejidad biológica, como la progresión que va desde las células hasta los ecosistemas, pasando por los tejidos, órganos, organismos y poblaciones. De esta manera, podemos definir la complejidad biológica como el comportamiento colectivo emergente de la comunicación entre sistemas biológicos.

La complejidad biológica no es exclusiva de insectos, peces o aves, es un atributo de comunidades que incluye a la sociedad humana. La **sociofísica** es una novedosa rama de la física que estudia la interacción colectiva en las sociedades. Quizás algún día, gracias a ella, podremos predecir comportamientos colectivos humanos o, mejor aún, comportamientos en los sistemas ecológicos. El reto clave es identificar cuándo la sencillez puede ser descubierta dentro de la aparente y desconcertante complejidad biológica.

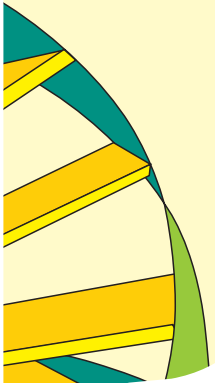
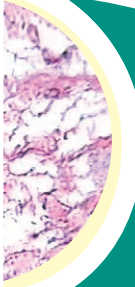


**Tejidos.** Los tejidos se especializan en una función. La diferencia entre tejidos se produce por la activación de algunos genes y la represión de otros como resultado de los procesos de crecimiento celular, diferenciación celular y morfogénesis. La forma, ubicación y funcionalidad de un gran número de tejidos originan estructuras más complejas como los órganos.

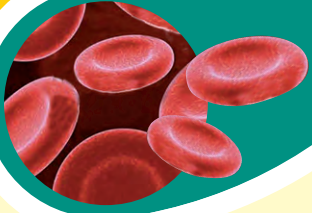
**Órganos.** Los órganos se comunican a través de fluidos circulantes como la sangre. Cuando se tiene un número crítico de órganos, se forman sistemas como el respiratorio, el nervioso y el circulatorio. La unión de estos sistemas conforma un nivel estructural más complejo: los organismos pluricelulares.



**Ecosistema.** El ecosistema es un sistema energéticamente autosuficiente, formado por una comunidad biológica y su ambiente físico. Este sistema es muy vulnerable a cambios bruscos, generalmente producidos por la naturaleza misma o por el hombre, que pueden alterar procesos que garanticen la continuidad de diferentes especies en el tiempo.



**Célula.** Las células intercambian información físico-química con el medio circundante y con otras células a través de procesos como la ósmosis y la homeostasis. Cuando un gran número de células se ordena, regularmente forma estructuras más complejas: los tejidos.



**Población.** La población es un conjunto de organismos (o individuos) de la misma especie. Esos organismos interactúan entre sí y con el medio, y están sometidos a cambios evolutivos y genéticos con la finalidad de cohesionarse ecológica y reproductivamente. Cuando tenemos un número de poblaciones de diferentes especies, formamos una comunidad biológica.



**Organismo pluricelular.** Un organismo pluricelular es un sistema biológico funcional que está capacitado para realizar individualmente intercambios de materia y energía con el medio ambiente, y para formar réplicas de sí mismo a partir de la reproducción.



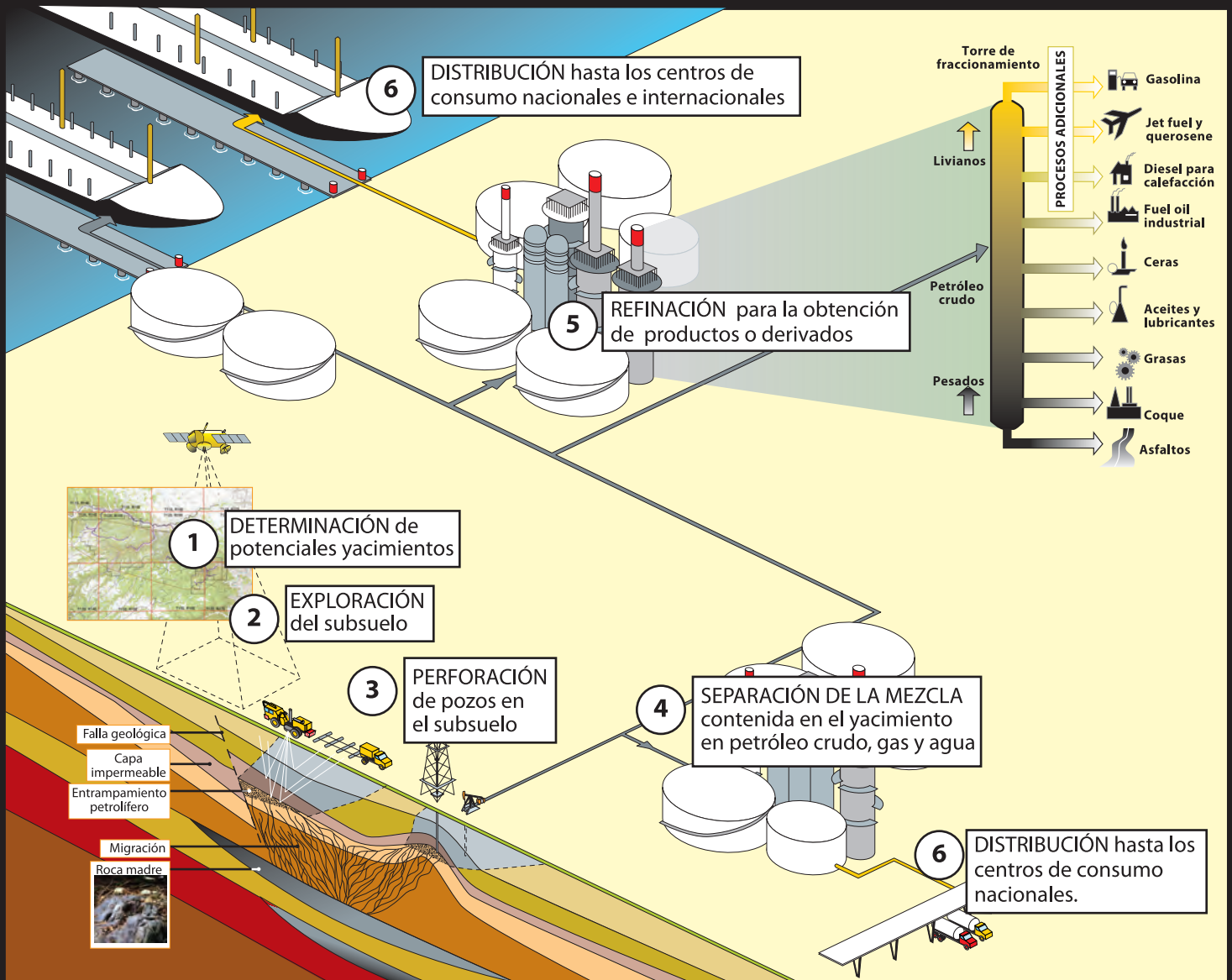
# Planeta Tierra: petróleo y gas natural

Inírida Rodríguez, Universidad Central de Venezuela, Caracas

Son los dos recursos energéticos principales que nos proporciona la Tierra en forma natural. Desde el punto de vista químico, son hidrocarburos compuestos, más que todo, de hidrógeno y carbono.

La teoría más aceptada para explicar el origen de estos compuestos se remonta a épocas remotas en el tiempo geológico, cuando acumulaciones de restos orgánicos (algas, plantas y formas vivientes primitivas) quedaron depositadas en el fondo de los mares y lagos, recibiendo cargas adicionales producto de los sedimentos arrastrados por los ríos, los vientos y las lluvias. Así se formaron extensas capas de rocas sedimentarias que, al ser afectadas por la dinámica de los procesos de deformación de la Tierra, fueron plegadas, falladas y sepultadas a mayores profundidades en el subsuelo. La presión confinante, es decir, la carga de materiales junto a la actividad de ciertas bacterias, fue la principal responsable de la transformación de aquellos residuos orgánicos en el petróleo y gas natural que hoy constituyen parte substancial de nuestra civilización. Ambos permanecen atrapados en rocas porosas, por ejemplo, las areniscas, como si fueran una esponja densa. Otras rocas impermeables, usualmente lutitas, actúan como sello permitiendo su concentración en las llamadas **trampas petrolíferas**. En síntesis, para que estos valiosos recursos puedan ser localizados en el interior de la Tierra, necesitamos ubicar –mediante estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos– los yacimientos donde se encuentran. Siempre van a estar conformados por las rocas sedimentarias que los contienen, limitados en su parte superior y lateralmente por rocas impermeables que impiden o controlan su movilidad.

La cadena productiva que conduce a la utilización del petróleo y del gas natural comprende algunas actividades que se pueden describir mediante el siguiente gráfico.



# Exploraciones planetarias

## Misiones en curso

Claudio Mendoza, IVIC/CeCaICULA

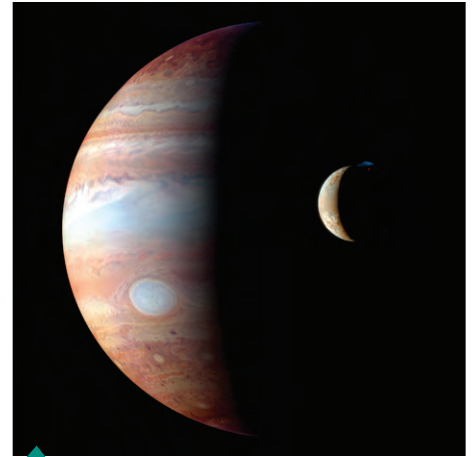
**M**ercurio, el planeta más cercano al Sol, no ha recibido visitas desde la expedición del Mariner 10 en 1975, hace más de 33 años, y realmente tiene una serie de peculiaridades de mucho interés sobre las cuales sabemos muy poco. Por ejemplo, Mercurio le da la vuelta al Sol rapidito, en sólo 88 días terrestres, pero al mismo tiempo su día tarda 6 largos meses terrestres. Por otro lado, no entendemos bien los procesos que llevaron a la formación de su superficie y, aunque tiene un campo magnético global como el de la Tierra, no sabemos su origen. Es difícil explicar, comparándolo con el nuestro, cómo un planeta tan pequeño todavía puede estar caliente en su interior para mantener un núcleo de hierro líquido y fluyendo.

La misión **Mensajero** de la NASA tiene como finalidad estudiar la historia y evolución de este extraño y solitario planeta. La sonda espacial despegó el 3 de agosto de 2004, y después de una visita a Venus entre octubre de 2006 y junio de 2007, tiene como meta pasar rasante a Mercurio en enero de 2008 para aprovechar su gravedad y entrar en órbita en marzo de 2011. Las primeras imágenes muestran una diversidad de procesos geológicos y una

magnetosfera muy diferente a la que se había concebido a partir de los datos de hace 33 años.

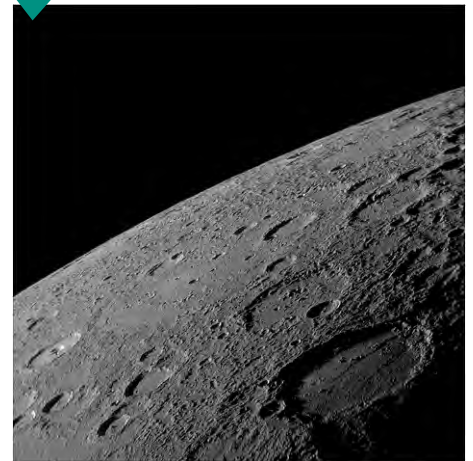
Por otra parte, **Nuevos Horizontes** es la primera misión de la NASA a la frontera del Sistema Solar que incluye al planeta, o mejor dicho ex-planeta, Plutón, su Luna Charón y al Cinturón de Kuiper, de los cuales se sabe científicamente muy poco. El Cinturón de Kuiper es una región extendida que comienza cerca de la órbita de Neptuno y se extiende por 25 Unidades Astronómicas (1 UA = 150 millones km), la cual es un repositorio de remanentes congelados de la formación del Sistema Solar, en particular de cometas.

La sonda fue lanzada el 19 de enero de 2006 y pasó cerca de Júpiter el 28 de febrero de 2007, aprovechando su gravedad para adquirir una aceleración que le ahorra tres años del viaje a Plutón. También pudo observar una serie de fenómenos físicos como relámpagos cerca de los polos jupiterinos, el ciclo de vida de las nubes de amoníaco, los tenues anillos del planeta y erupciones volcánicas en su Luna Io. Para el 5 de febrero de 2008, la sonda se encontraba a 9,47 UA de la Tierra, 3,84 UA de Júpiter y 22,67 UA de Plutón, al cual aspira a llegar en 2015.



El planeta Júpiter y su Luna Io tomada el 28 de febrero de 2007 desde la sonda de **Nuevos Horizontes** en camino a su misión en el ex-planeta Plutón.

El horizonte de Mercurio captado el 17 de enero de 2008 durante del vuelo rasante de la sonda espacial **Mensajero**



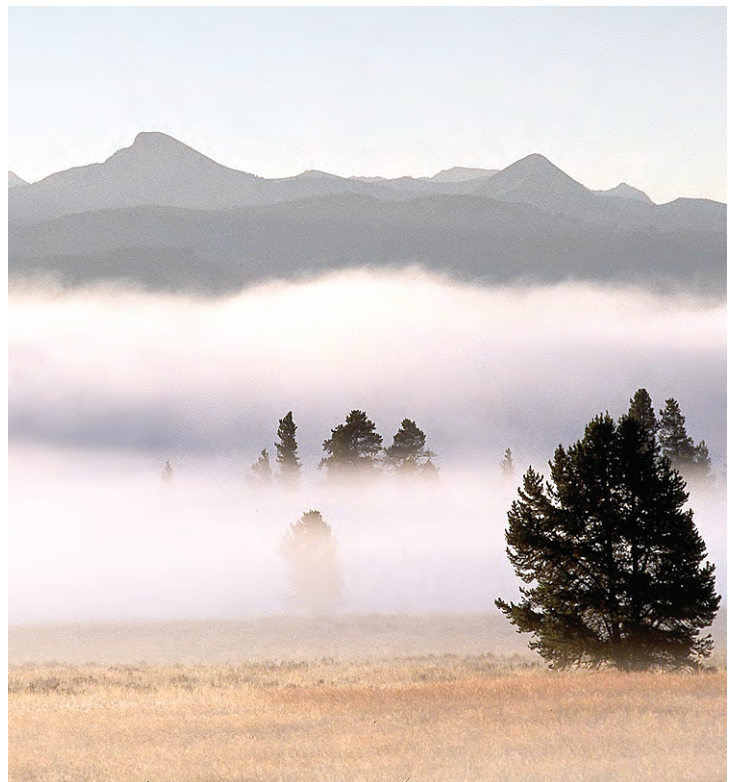
## Curiosidades

### La niebla

Ángel Delgado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas

**L**a niebla es un fenómeno meteorológico relativamente difícil de predecir por cuanto depende de numerosos factores. Sin embargo, podríamos decir que la niebla es esencialmente la formación de una **nube**, a nivel del suelo, al condensarse el vapor de agua existente. Ésta se forma en la **troposfera**, la parte de la atmósfera que está sobre la superficie de la Tierra, hasta la **estratosfera**, y puede estar a una altitud que alcance los once kilómetros en los polos y los quince kilómetros en el Ecuador. Su presencia se debe a la formación de nubes que se producen en la atmósfera.

Por otro lado, cuando se abre una bebida gaseosa se puede percibir una sutil neblina en la boca o abertura del envase. Esto se debe a que el gas que se encontraba presurizado (a una presión mayor a la atmosférica) se expande rápidamente, realizando un trabajo mecánico que utiliza su energía interna, reduce su temperatura y hace que el vapor presente se condense formando la neblina que observamos.



## Tabla de contenido de la colección *física a diario*



### Fascículo 1

|   |   |
|---|---|
| El sistema de posicionamiento global          | 2 |
| Inténtalo en casa                             | 2 |
| Entrevista: Manuel Bemporad                   | 3 |
| El Meridiano Cero en Venezuela                | 3 |
| <b>¿Qué es el espacio y qué es el tiempo?</b> | 4 |
| La bolsa de té voladora                       | 6 |
| El lanzamiento más rápido                     | 6 |
| La física en... un reloj                      | 7 |
| ¿Vuelan los aviones en el espacio exterior?   | 7 |
| La dictadura del tiempo                       | 8 |
| ¿Qué es la física médica?                     | 8 |



### Fascículo 4

|  |   |
|--|---|
| El principio de exclusión de Pauli             | 2 |
| Inténtalo en casa                              | 2 |
| Construye un anemómetro                        | 3 |
| Alejandro Ibarra, el primer profesor de física | 3 |
| <b>Los tres momentos de la física</b>          | 4 |
| La pelota rebotona                             | 6 |
| El gol desde el "balón parado"                 | 6 |
| La computación cuántica                        | 7 |
| Gato que cae                                   | 7 |
| Colisión de galaxias                           | 8 |
| La telemedicina y los robots                   | 8 |



### Fascículo 7

|   |   |
|---|---|
| Antimateria                             | 2 |
| Inténtalo en casa                       | 2 |
| Entrevista: Mariela Araujo              | 3 |
| El primer astrónomo venezolano          | 3 |
| <b>Simetría y leyes de conservación</b> | 4 |
| La altura hace la diferencia            | 6 |
| Gracia y simetría                       | 6 |
| La física en... una bala                | 7 |
| Gotas que saltan en una sartén          | 7 |
| La búsqueda de planetas extrasolares    | 8 |
| Terapias alternativas contra el cáncer  | 8 |



### Fascículo 2

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| ¿Qué es la masa?                  | 2 |
| Inténtalo en casa                 | 2 |
| Construye un dinamómetro          | 3 |
| Humboldt en la Venezuela colonial | 3 |
| <b>Fuerza y movimiento</b>        | 4 |
| Caen al mismo tiempo              | 6 |
| Fórmula 1: Motores de 750 HP      | 6 |
| Mecánica y sociedad               | 7 |
| Nada está quieto                  | 8 |
| Las imágenes médicas              | 8 |



### Fascículo 5

|   |   |
|---|---|
| $E = Mc^2$                                  | 2 |
| Inténtalo en casa                           | 2 |
| Entrevista: Luis Núñez                      | 3 |
| Jesús Muñoz Tébar y el Observatorio Cajigal | 3 |
| <b>Energía, eterno encanto</b>              | 4 |
| ¿El bombillo produce movimiento!            | 6 |
| Saltando alto                               | 6 |
| La física en... la fisión del uranio        | 7 |
| ¿Qué ropa utilizar?                         | 7 |
| Dragones en el cielo                        | 8 |
| Los nanorobots                              | 8 |



### Fascículo 8

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Principio de mínima acción         | 2 |
| Inténtalo en casa                  | 2 |
| La física en... un balancín        | 3 |
| La cartografía en Venezuela        | 3 |
| <b>¡Todo en una bicicleta!</b>     | 4 |
| La lata bailarina                  | 6 |
| BMX y palanca                      | 6 |
| Los nuevos materiales              | 7 |
| ¿Cómo funciona una goma de borrar? | 7 |
| Mach 727                           | 8 |
| Los biomateriales                  | 8 |



### Fascículo 3

|   |   |
|---|---|
| La fuerza de fricción                                   | 2 |
| Inténtalo en casa                                       | 2 |
| Entrevista: Kathy Vivas                                 | 3 |
| Lino José Revenga y el Anuario del CIV                  | 3 |
| <b>Las interacciones fundamentales en la naturaleza</b> | 4 |
| Un bote sin motor                                       | 6 |
| Rompiendo ladrillos                                     | 6 |
| La física en... los frenos                              | 7 |
| El golpe de kárate                                      | 7 |
| La danza de las estrellas                               | 8 |
| El coro de los protones                                 | 8 |



### Fascículo 6

|   |   |
|---|---|
| Calor y temperatura                       | 2 |
| Inténtalo en casa                         | 2 |
| Construye un termómetro                   | 3 |
| El Observatorio Cajigal y la meteorología | 3 |
| <b>El comportamiento del calor</b>        | 4 |
| Bomba antiexplosión                       | 6 |
| Everest, 55 años                          | 6 |
| Los sistemas complejos                    | 7 |
| El desorden es lo normal, lo esperado     | 7 |
| La globalidad del clima                   | 8 |
| La simulación en medicina                 | 8 |



### Fascículo 9

|   |   |
|---|---|
| La turbulencia                            | 2 |
| Inténtalo en casa                         | 2 |
| Entrevista: Marcos Rodríguez              | 3 |
| Clemencia García Villasmil, física médica | 3 |
| <b>Los fluidos</b>                        | 4 |
| Sólido o líquido                          | 6 |
| Vela olímpica                             | 6 |
| Construye un barómetro                    | 7 |
| Comportamiento del agua                   | 7 |
| ¿Por qué vemos estrellas en el cielo?     | 8 |
| De las manos de la medicina               | 8 |



**Fascículo 10**

|  |   |
|--|---|
| El cero absoluto                               | 2 |
| Inténtalo en casa                              | 2 |
| ¡Morrocroy sí sube palo!                       | 3 |
| Alberto Smith, la radioactividad y Marie Curie | 3 |
| <b>Líquidos cuánticos</b>                      | 4 |
| Arena empuja metras                            | 4 |
| Submarinismo                                   | 6 |
| La nanociencia y la nanotecnología             | 7 |
| ¿Cómo funciona un anticongelante?              | 7 |
| Cráteres en la Tierra                          | 8 |
| Las imágenes moleculares                       | 8 |



**Fascículo 13**

|   |   |
|---|---|
| El magnetismo                             | 2 |
| Inténtalo en casa                         | 2 |
| Entrevista: Miguel Octavio                | 3 |
| ¿Dónde se estudiaba física antes de 1950? | 3 |
| <b>¿Qué es el campo electromagnético?</b> | 4 |
| El imán no lo atrae pero...               | 6 |
| Venezuela en el Polo Norte                | 6 |
| La física en... un horno de microondas    | 7 |
| Algunas aves no tienen cuidado            | 7 |
| ¡Quiero ser astrónomo!                    | 8 |
| Campos electromagnéticos y salud          | 8 |



**Fascículo 16**

|  |   |
|--|---|
| ¿Cómo funciona un láser?                           | 2 |
| Inténtalo en casa                                  | 2 |
| Un chorro con presión                              | 3 |
| Escuelas de Física en Venezuela                    | 3 |
| <b>Las maravillosas posibilidades de la óptica</b> | 4 |
| La física en la fibra óptica                       | 6 |
| Voleibol venezolano a las Olimpiadas 2008          | 6 |
| Unificación de las fuerzas de la naturaleza        | 7 |
| Comprueba la ley de Snell                          | 7 |
| Planeta Tierra: su anatomía                        | 8 |
| El Gran Colisionador de Hadrones                   | 8 |



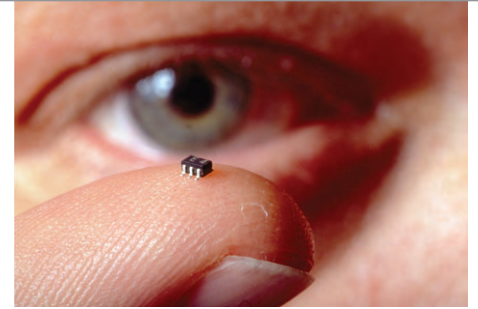
**Fascículo 11**

|  |   |
|--|---|
| ¿Qué es una onda?  | 2 |
| Inténtalo en casa  | 2 |
| Entrevista: Héctor Rago                                      | 3 |
| Los rayos X y la radioactividad en Venezuela                 | 3 |
| <b>El sonido y las emociones: ondas que nos hacen vibrar</b> | 4 |
| ¿De dónde venimos?   | 6 |
| Fútbol de ciegos   | 6 |
| El gurrufío  | 7 |
| El ensayo musical antes del concierto                        | 7 |
| De las manos de la medicina                                  | 8 |



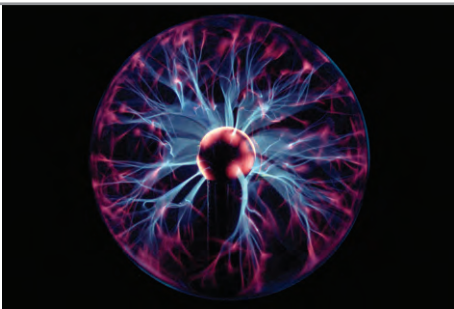
**Fascículo 14**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| SOHO                            | 2 |
| Inténtalo en casa               | 2 |
| Gira, gira y seca               | 3 |
| El eclipse solar de 1916        | 3 |
| <b>El Sol de cerca</b>          | 4 |
| Lentes de Sol para cada deporte | 6 |
| El Sol, un horno termonuclear   | 7 |
| El Sol y la vida                | 8 |
| Construye un reloj de Sol       | 8 |



**Fascículo 17**

|  |   |
|--|---|
| ¿Qué es un transistor?                         | 2 |
| Inténtalo en casa                              | 2 |
| Entrevista: Yara Jaffé                         | 3 |
| Eduardo Röhl y el nuevo Observatorio           | 3 |
| <b>De la electrónica a la espintrónica</b>     | 4 |
| La trenza enrollada                            | 6 |
| RFID y maratón                                 | 6 |
| La física en... una batería eléctrica          | 7 |
| Los pegamentos                                 | 7 |
| Planeta Tierra: leyendo su historia en la roca | 8 |
| El tokamak del ITER                            | 8 |



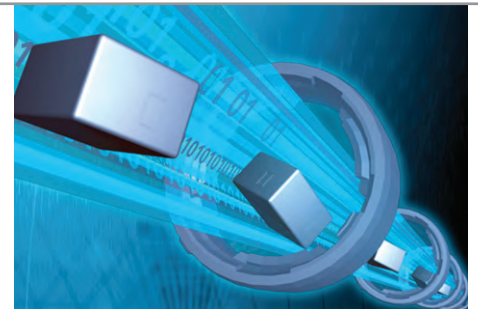
**Fascículo 12**

|   |   |
|---|---|
| Generador eléctrico                                 | 2 |
| Inténtalo en casa                                   | 2 |
| La física en... el bombillo incandescente           | 3 |
| La medicina nuclear                                 | 3 |
| <b>La electricidad, energía de la época moderna</b> | 4 |
| Levantar una botella con el pitillo                 | 6 |
| La esgrima  | 6 |
| La física biológica                                 | 7 |
| Los relámpagos                                      | 7 |
| La nueva astronomía                                 | 8 |
| Tratamiento del cáncer                              | 8 |



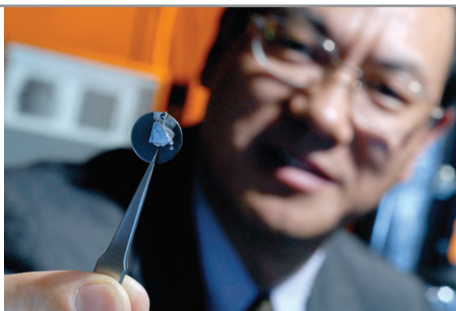
**Fascículo 15**

|  |   |
|--|---|
| ¿Qué es un espectro?                       | 2 |
| Inténtalo en casa                          | 2 |
| Entrevista: Arcángel Becerra               | 3 |
| UCV: la primera escuela de física del país | 3 |
| <b>La luz, esencia del Universo</b>        | 4 |
| El negro o el marrón                       | 6 |
| 24 horas de carrera                        | 6 |
| Construye un espectroscopio                | 7 |
| La aurora boreal                           | 7 |
| Planeta Tierra: su lugar en el Universo    | 8 |
| Telescopio Espacial Hubble                 | 8 |



**Fascículo 18**

|   |   |
|---|---|
| Las redes                                     | 2 |
| Inténtalo en casa                             | 2 |
| Sopla, sopla y verás                          | 3 |
| El reactor nuclear de Pipe                    | 3 |
| <b>La física de las comunicaciones</b>        | 4 |
| La física en... los satélites de comunicación | 6 |
| Comunicaciones en los deportes                | 6 |
| Origen y evolución del Universo               | 7 |
| El trueno                                     | 7 |
| Planeta Tierra: el tiempo geológico           | 8 |
| Detectores de neutrinos                       | 8 |



### Fascículo 19

|   |   |
|---|---|
| Efecto túnel  | 2 |
| Inténtalo en casa   | 2 |
| Entrevista: Alexander López                                       | 3 |
| El primer radioisótopo en el IMIC                                 | 3 |
| <b>La nanotecnología: la ciencia de lo extremadamente pequeño</b> | 4 |
| Los dedos mágicos   | 6 |
| Golf y nanotecnología   | 6 |
| Identifica materiales conductores                                 | 7 |
| Los sonidos del agua al calentarse                                | 7 |
| Planeta Tierra: la gravedad terrestre                             | 8 |
| Fuentes de radiación sincrotrónica                                | 8 |



### Fascículo 22

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Los huecos negros                | 2 |
| Inténtalo en casa                | 2 |
| Columna redonda vs cuadrada      | 3 |
| Jurgen Stock y el CIDA           | 3 |
| <b>La gravitación universal</b>  | 4 |
| Mide la gravedad                 | 6 |
| El parapente, gravedad y vientos | 6 |
| Educación científica             | 7 |
| La montaña más alta              | 7 |
| Planeta Tierra: terremotos       | 8 |
| Robots gemelos en Marte          | 8 |



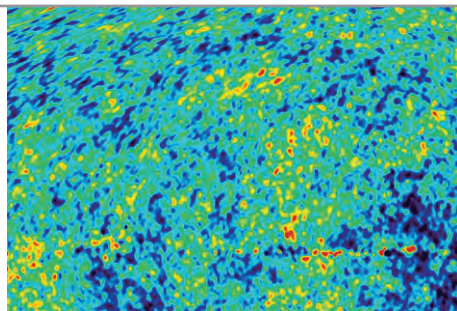
### Fascículo 25

|  |   |
|--|---|
| El Niño                                  | 2 |
| Inténtalo en casa                        | 2 |
| Entrevista: Endika Sanjuán               | 3 |
| Premio Nacional de Ciencias              | 3 |
| <b>Fenómenos meteorológicos extremos</b> | 4 |
| La moneda inquieta                       | 6 |
| Lanzando el balón al cesto               | 6 |
| La física en... una olla de presión      | 7 |
| Las nubes                                | 7 |
| Planeta Tierra: su futuro                | 8 |
| Expreso a Venus                          | 8 |



### Fascículo 20

|  |   |
|--|---|
| La dilatación del tiempo                       | 2 |
| Inténtalo en casa                              | 2 |
| El pitillo peligroso                           | 3 |
| Polémica en Venezuela sobre la relatividad     | 3 |
| <b>Los orígenes de la relatividad especial</b> | 4 |
| Construye un disco de Newton                   | 6 |
| La hidrodinámica de la natación                | 6 |
| El calentamiento global                        | 7 |
| ¿Por qué vemos el cielo azul?                  | 7 |
| Planeta Tierra: el campo electromagnético      | 8 |
| Los radio-interferómetros                      | 8 |



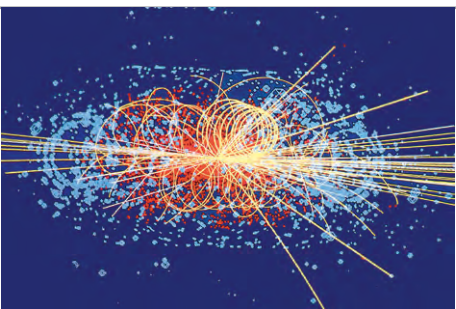
### Fascículo 23

|   |   |
|---|---|
| Radiación cósmica de fondo                      | 2 |
| Inténtalo en casa                               | 2 |
| Entrevista: Gerardo Lara                        | 3 |
| Andrés Bello y la cosmografía                   | 3 |
| <b>El Big Bang, el Universo y la cosmología</b> | 4 |
| La fuente burbujeante                           | 6 |
| Golpeando al pin 1 para tumbar 10               | 6 |
| La física en... el tractor gravitatorio         | 7 |
| El principio cosmológico                        | 7 |
| Planeta Tierra: ¿es caliente su interior?       | 8 |
| Misión Cassini-Huygens a Saturno                | 8 |



### Fascículo 26

|  |    |
|--|----|
| La estructura de las proteínas                 | 2  |
| Inténtalo en casa                              | 2  |
| Sopla la bomba dentro de la botella            | 3  |
| Premio Fundación Empresas Polar                | 3  |
| <b>La nueva ciencia, la nueva sociedad</b>     | 4  |
| La física en... los efectos de las radiaciones | 6  |
| Salto ornamental                               | 6  |
| La vida  | 7  |
| <b>Complejidad biológica</b>                   | 8  |
| Planeta Tierra: petróleo y gas natural         | 10 |
| Misiones en curso                              | 11 |
| La niebla                                      | 11 |
| Tabla de contenido de la colección             | 12 |
| Fe de errata                                   | 15 |
| Páginas Web recomendadas                       | 15 |
| Correo electrónico de los autores              | 15 |



### Fascículo 21

|   |   |
|---|---|
| El principio de incertidumbre           | 2 |
| Inténtalo en casa                       | 2 |
| Entrevista: Raúl y Sumito Estévez       | 3 |
| <b>El modelo estándar de la materia</b> | 4 |
| La vela sube-y-baja                     | 6 |
| La raqueta de tenis                     | 6 |
| Construye un clinómetro                 | 7 |
| ¿Por qué suenan las campanas?           | 7 |
| Planeta Tierra: el planeta azul         | 8 |
| Observatorio Pierre Auger               | 8 |

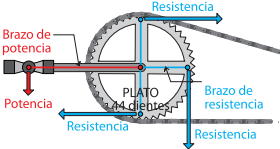
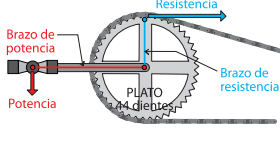


### Fascículo 24

|   |   |
|---|---|
| Los fractales   | 2 |
| Inténtalo en casa                                     | 2 |
| El fósforo equilibrista                               | 3 |
| El Centro de Física del IMIC                          | 3 |
| <b>El caos, el discreto encanto de la simplicidad</b> | 4 |
| La física en... el <i>airbag</i>                      | 6 |
| Gimnasia y momento angular                            | 6 |
| Granos en un silo                                     | 7 |
| Los terremotos  | 7 |
| Planeta Tierra: en movimiento                         | 8 |
| Impacto profundo a un cometa                          | 8 |



# Fe de errata

| Fascículo    | Página | Lugar                | Dice o muestra   | Debe decir o mostrar  |
|--------------|--------|----------------------|--|---|
| Introducción | V      | 1ª columna, línea 21 | Guillermo Rada   | Gustavo Rada  |
| 5            | 7      | Título               | La física en... la fusión del uranio   | La física en... la fisión del uranio  |
| 8            | 6      | Ilustración          |  |  |
| 9            | 4      | 2ª columna, línea 14 | ... su densidad es inversamente proporcional a la presión.                         | ... su densidad es directamente proporcional a la presión.                          |
| 11           | 3      | 2º artículo, línea 3 | ... de 1986, el químico...   | ... de 1896, el químico...  |

# Páginas Web recomendadas

- AstroMía.** Astronomía educativa, <http://www.astromia.com/>
- Astronavegador.** Astronomía y Universo, <http://www.astronavegador.com/>
- Aula virtual de física.** Recursos de física para ESO y bachillerato <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/index.htm>
- La aventura de las partículas.** Fundamentos sobre la materia y las fuerzas, <http://www.particleadventure.org/spanish/>
- Calentamiento global.** Blog con diferentes aspectos sobre este serio problema, <http://calentamientoglobalclima.org/>
- Cambio climático.** Portal sobre el calentamiento global y sus efectos, <http://www.cambioclimatico.org/>
- Cambio climático.** Noticias y artículos sobre meteorología, climatología, desastres naturales, fenómenos meteorológicos y catástrofes naturales, <http://www.cambio-climatico.com/>
- Ciencia Fácil.** Experimentos con materiales caseros y reciclados, <http://www.cienciafacil.com/>
- Física con ordenador.** Curso interactivo de física en la Internet, <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>
- FísicaHoy.** Un apasionante viaje al mundo de la física: actualidad, estudios y salidas profesionales, <http://www.fisicahoy.com/>
- Física recreativa.** Problemas, videos, experimentos caseros, <http://www.acienciasgalilei.com/fis/fis-recreativa0.htm>
- Física2000.** Una jornada interactiva a través de la física moderna, <http://www.maloka.org/f2000/>
- Fundación CIENTEC: Física.** Experimentos para explorar las cualidades físicas de la materia y su entorno, <http://www.cientec.or.cr/ciencias/experimentos/fisica.html>
- Geofísica.** Página divulgativa sobre ciencias de la Tierra, <http://www.geofisica.cl/>
- Google Earth/Sky.** Explora la Tierra y el firmamento con imágenes interactivas, <http://earth.google.es/>
- Grandes descubrimientos.** Variada selección de los descubrimientos que han transformado nuestro conocimiento y nuestra percepción del mundo, <http://perso.wanadoo.es/frs88/tpn/desc/portdesc.htm>
- Nanotecnología.** Portal de nanotecnología y nanociencia, <http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia.htm>
- Nanotecnología/nanociencia.** Avances y artículos sobre nanotecnología, <http://www.portalciencia.net/nanotecno/>
- Physics.org.** Su guía de la Física en la web (en inglés), <http://www.physics.org/index.asp>
- Tianguis de Física.** Colección de experimentos de física para niños y jóvenes, <http://www.tianguisdefisica.com/>
- La web de Física.** Página web para compartir y ampliar conocimientos sobre el mundo de la física, <http://www.lawebdefisica.com/>
- Wikipedia,** enciclopedia de contenido libre con portales de astronomía y física, <http://es.wikipedia.org/>
- WorldWide Telescope.** Explora el cosmos con un telescopio virtual (inglés), <http://www.worldwidetelescope.org/>

# Correo electrónico de los autores

Carlos Abad (CIDA): [abad@cida.ve](mailto:abad@cida.ve)  
 Manuel Bautista (IVIC): [mnlbautista@yahoo.com](mailto:mnlbautista@yahoo.com)  
 Ángel Manuel Bongiovanni (CIDA): [abongiov@cida.ve](mailto:abongiov@cida.ve)  
 César Briceño Ávila (CIDA): [briceno@cida.ve](mailto:briceno@cida.ve)  
 Gustavo Bruzual (CIDA): [bruzual@cida.ve](mailto:bruzual@cida.ve)  
 Rogelio F. Chovet: [rogelio@chovet.com](mailto:rogelio@chovet.com)  
 Ángel Delgado (UPEL/IPC): [delangel@cantv.net](mailto:delangel@cantv.net)  
 Ignacio Ferrín (ULA): [ferrin@ula.ve](mailto:ferrin@ula.ve)  
 Yajaira Freites (IVIC): [yfreites@gmail.com](mailto:yfreites@gmail.com)  
 Jesús González (ULA): [jesusg@ula.ve](mailto:jesusg@ula.ve)  
 Luis Emilio Guerrero (USB): [lguerre@usb.ve](mailto:lguerre@usb.ve)  
 Grupo de Tecnologías Educativas (CPTM): [rassias@ula.ve](mailto:rassias@ula.ve)  
 Luis Herrera Cometta (UCV): [laherrera@movistar.net.ve](mailto:laherrera@movistar.net.ve)

Natalia León (UCV): [leon\\_natalia@hotmail.com](mailto:leon_natalia@hotmail.com)  
 Elizabeth Loseto (CSLC): [elyloseto@cantv.net](mailto:elyloseto@cantv.net)  
 Gladis Magris (CIDA): [magris@cida.ve](mailto:magris@cida.ve)  
 Arístides Marcano (DSU): [arimar261@comcast.net](mailto:arimar261@comcast.net)  
 Isbelia Martín (USB): [isbeliam@usb.ve](mailto:isbeliam@usb.ve)  
 Miguel Martín (UCV): [mglmrtn@yahoo.com](mailto:mglmrtn@yahoo.com)  
 Ernesto Medina Dagger (IVIC): [ernestomed@gmail.com](mailto:ernestomed@gmail.com)  
 Rodrigo Medina (IVIC): [rodmedina@gmail.com](mailto:rodmedina@gmail.com)  
 Alejandra Melfo (ULA): [melfo@ula.ve](mailto:melfo@ula.ve)  
 Claudio Mendoza (IVIC/CeCaCULA): [claudiom07@gmail.com](mailto:claudiom07@gmail.com)  
 Luis Núñez (ULA): [nunez@ula.ve](mailto:nunez@ula.ve)  
 Marielba Núñez (Periodista de ciencia): [marielbanunez@gmail.com](mailto:marielbanunez@gmail.com)

Ricardo Paredes (IVIC): [ricardo.paredes.v@gmail.com](mailto:ricardo.paredes.v@gmail.com)  
 Ermanno Pietrosevoli (ULA): [ermannogmail.com](mailto:ermannogmail.com)  
 Héctor Rago (ULA): [rago@ula.ve](mailto:rago@ula.ve)  
 Álvaro Restuccia (USB): [arestu@usb.ve](mailto:arestu@usb.ve)  
 Inírida Rodríguez (UCV): [iniromil@yahoo.com.mx](mailto:iniromil@yahoo.com.mx)  
 América M. Sáenz Guzmán (CSLC): [americasaenz@cantv.net](mailto:americasaenz@cantv.net)  
 Pedro A. Serena (ICMM): [pedro.serena@icmm.csic.es](mailto:pedro.serena@icmm.csic.es)  
 Leonardo Trujillo (IVIC): [leo@ivic.ve](mailto:leo@ivic.ve)  
 Víctor Villalba (IVIC): [villalba@ivic.ve](mailto:villalba@ivic.ve)  
 Kathy Vivas (CIDA): [akvivas@cida.ve](mailto:akvivas@cida.ve)



Compromiso social de:



[www.empresas-polar.com](http://www.empresas-polar.com)

[www.fundacionempresaspolar.org](http://www.fundacionempresaspolar.org)

Venezuela