

## ¿Por qué brilla el Sol?

El Sol brilla porque es caliente, como el filamento en una bombilla, y es caliente porque su gravedad comprime el gas que lo constituye.

El Sol brilla desde hace cerca de 4,6 mil millones de años gracias a reacciones de fusión termonuclear. Produciendo bastante energía para compensar exactamente la que pierde el Sol irradiando, le permiten brillar duraderamente.

### **Ilustraciones:**

- Erupción Gigantesca de plasma (Temperatura: 60.000°K)
- © Satélite Soho (1999)
- Imagen de la Tierra a la escala
- Esquema del Sol
- © Yuvanoë-CEA

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

contribución científica: Roland Lehoucq (CEA - Saclay)

realización : Centre•Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrillac - Toulouse

## ¿Por qué hace negro por la noche?

Si el universo era eterno, infinito y lleno de estrellas, la mirada siempre debería encontrar una estrella, como encuentra invariablemente con un árbol desde el centro de un gran bosque frondoso.

El cielo nocturno debería pues parecernos tan brillante como el cielo diurno. Solamente, la luz no se desplaza a velocidad infinita. No existe desde siempre el universo. De resultas, su parte observable está acabada y la luz de las estrellas no tuvo tiempo de llenarlo porque ellas también no son eternas.

### **Ilustraciones:**

- La Nebulosa del Águila (Messier16).  
Foto Infrarroja del VLT Isaac (Chili-1998)
- Distancia media entre las estrellas: 1 a 10 Años de luz  
© ESO (European Southern Laboratory).  
Bosque de Vosgos © Roland Lehoucq

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

**contribución científica:** Roland Lehoucq (CEA - Saclay)

**realización :** Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrillac - Toulouse

## ¿Cuáles son los colores del cielo?

Nuestros ojos son adaptados a la luz solar y sólo pueden captar una parte ínfima del espectro luminoso. Observar el cielo en infrarrojo, en rayo ultravioleta, en rayos X y Gamma, en onda radio, permite hacerse una idea más completa de los fenómenos que se suceden allí.

Para abrir estas nuevas ventanas de observación, los astrofísicos construyen detectores adaptados y, a veces, los instalan en el espacio.

### **Ilustraciones:**

- Nuestra galaxia, la Vía láctea, bajo diferentes longitudes de onda.
- La Vía láctea: 200 mil millones de estrellas - Diámetro: 100.000 de AL.
- © NASA (<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw/milkyway.html>)

El satélite ÍNTEGRO observa el espacio en rayos gamma.

- Vista artística del satélite

© ESA

- Vista de los instrumentos de observación en la cofia

© ESA et CEA/Sap

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

**contribución científica:** Roland Lehoucq (CEA - Saclay)

**realización :** Centre•Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrillac - Toulouse

## ¿Universo, cuál es tu historia?

Hace 13,7 mil millones de años, el universo era extremadamente homogéneo, denso y caliente. Es en aquella época que se formaron los primeros núcleos, el hidrógeno y el helio por mayor parte.

La expansión del universo, que se traduce hoy por un enrojecimiento de la luz de las galaxias lejanas, enfrió su contenido y todavía se detecta el eco lejano de la luz emitida en aquél momento en forma de un brillo microondas observado en todas las direcciones.

### **Ilustraciones:**

- Vista del cielo profundo (Telescopio espacial Hubble, 1998)
    - Diámetro medio de estas galaxias: 100.000 Años de luz (AL)
    - Distancia media intergaláctica: 10 millones de AL.
- © ESA-NASA ([www.spacetelescope.org](http://www.spacetelescope.org))
- La imagen más antigua del Universo, 370.000 años después del Big-Bang (Satélite WMAP, 2003)
- © NASA (<http://map.gsfc.nasa.gov/>)

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

**contribución científica:** Roland Lehoucq (CEA - Saclay)

**realización :** Centre•Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrillac - Toulouse

## ¿El clima de mañana está en el aire o en el agua?

El sobre externo de la Tierra ritma su clima. Este clima tiene muchas veces cambiado de modo rápido y brutal (15° de diferencia en Groenlandia en los 100 000 últimos años).

Existen interacciones fuertes entre sobres sólidos y fluidos. Las corrientes oceánicas desempeñan allí un papel más de determinantes.

Las grandes corrientes maríneas (El Niño, La Niña, Golf Stream...) acarrean 30 veces más agua que todos los ríos del mundo.

Hoy, la actividad humana (combustión del petróleo, del carbón) aumenta rápidamente la concentración de los gases a efecto de invernadero (CO<sub>2</sub>...).

Pero el vapor de agua, el principal gas a efecto de invernadero, puede atenuar o ampliar el efecto del CO<sub>2</sub>. Actualmente, este fenómeno de retroacción es uno de los principales argumentos en los estudios climatológicos.

### Ilustraciones:

- Cuando el Océano habla, la Tierra escucha: las corrientes oceánicas fluctúan año tras año e influyen sobre la atmósfera. El Niño, excepcionalmente caliente, causa cambios importantes de poblaciones de peces y del tiempo

©Nasa

- Iceberg que se desprende en el Océano Antártico (enero de 2005), llevándose millares de jóvenes pingüinos

© Afp/Nasa

- El Niño bajo el ojo del satélite Topex-Poseidon. Para estudiar la evolución del clima, meteorólogos y climatólogos toman en consideración presión, velocidad del viento, temperatura, humedad ...

©Cnes/Yves Ménard

[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)

### El porvenir de la física

contribución científica: Carlo Laj (Cnrs/Cea-Gif-sur-Yvette), Jacques Varet (Brgm-Orléans)

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrillac - Toulouse

## ¿Cuál edad tiene el Océano Atlántico?

¿Por qué África y América del Sur se alejan cada año de algunos centímetros? Es la tectónica de las placas, la teoría de los años 1960, que da una explicación coherente a esta deriva de los continentes. La corteza rígida del abrigo de la Tierra es recortada en grandes placas que se apartan muy lentamente las unas de otras (entre 1 y 16 cm cada año).

Sondeos bathymétricos, altimetría satelitaria y paléomagnetismo les permiten a los geofísicos medir sus desplazamientos durante los periodos geológicos.

Es el enfrentamiento al borde de las placas que provoca los grandes terremotos y las erupciones volcánicas más violentas.

En el centro del océano las placas se separan, constituyendo la cadena volcánica más larga del planeta (aproximadamente 60.000 Km. de longitud).

### Ilustraciones:

· Las grandes fallas oceánicas, los testigos de las derivas de los continentes.

i El Océano Atlántico nació hace 180 millones de años después de la aparición de los dinosaurios!

· La edad de los océanos es obtenida a partir de medidas de flujo de calor, de anomalías magnéticas ...

©University of Texas Institute for Geophysics Technical/JY.Royer & al

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

**contribución científica:** Carlo Laj (Cnrs-Cea /Gif-sur-Yvette) - Jacques Varet (Brgm-Orléans),

para saber más sobre eso: [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr) - [www-sdt.univ-brest.fr](http://www-sdt.univ-brest.fr)

[www.ipgp.jussieu.fr/francais/rub-terre](http://www.ipgp.jussieu.fr/francais/rub-terre)

**realización :** Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrilac - Toulouse

## ¿El corazón de la Tierra, el sólido o líquido?

Desde los primeros sismógrafos, hace 100 años, el viaje en el centro de la Tierra les permite a los geofísicos precisar la estructura terrestre.

Temperatura y presión desempeñan allí un papel esencial.

El hierro, el constituyente principal del núcleo, es líquido bajo las temperaturas muy altas del núcleo. La convección del hierro en fusión crea allí corrientes eléctricas que entretienen y modifican el campo magnético terrestre: polo Norte - polo Sur de nuestras brújulas se invierten de modo caótico.

Pero en el centro de la Tierra, bajo el efecto de la presión - más de 3 millones de atmósferas a 5.000 Km. de la superficie - la semilla se vuelve sólida.

### **Ilustraciones:**

La Tierra observada por los físicos: El geoide, superficie donde la gravedad terrestre es constante

©Legos-Grgs/Cnes

- La semilla sólida: diámetro 2500 km,  $t \approx 5500^{\circ}\text{C}$

© La Recherche. 2005 January

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

### **Contribución científica:**

Carlo Laj (Cnrs-Cea /Gif-sur-Yvette)

Jacques Varet (Brgm-Orléans),

Stéphane Labrosse (Ippg-Paris)

Para saber más sobre eso: [www.ipgp.jussieu.fr/francais/rub-terre](http://www.ipgp.jussieu.fr/francais/rub-terre)

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**Concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrilac - Toulouse

## ¿Cómo ver el ADN?

Documento de identidad de cada ser, molécula portadora de esperanzas para la medicina, polímero para los físicos, código que debe descifrarse para los biomatemáticos, el ADN nos es familiar desde el descubrimiento de su estructura gracias a la colaboración entre físicos y biólogos en 1953.

Pero, ¿cómo se ve el ADN?

Ilustraciones :

- De un metro de longitud, nuestro ADN se encuentra compactado en una esfera de algunos micrones. La forma más compacta es la de los cromosomas que pueden contarse, por microscopía óptica, a través de coloraciones, permitiendo así solucionar algunos millones de pares de base.

- Marcadores sintéticos fluorescentes revelan en microscopía óptica, por complementariedad de filamento, la estructura y sus anomalías con una resolución de algunos millares de pares básicos.

© Alain Aurias/Institut Curie

- La microscopía de fuerza atómica, inventada en la física en los años ochenta, muestra el ADN a escala nanométrica. Se ve aquí en forma de pequeños puntos negros la posición de las enzimas que comportan la información genética.

© Dr Warmack/Oak Ridge National Laboratory.

- El peinado molecular, elaborado en los años noventa entre la física de los líquidos y la biología molecular, proporciona una tarjeta lineal del ADN. El orden de los genes es visto por microscopía en fluorescencia, con una resolución de cerca de 4000 pares de bases.

© Sophie Gad-Dominique Stoppa-Lyonnet/Institut Curie

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

**colaboración científica :** François Amblard. Cnrs/Institut Curie - Paris

**realización :** Centre•Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrilac - Toulouse



## ¿Vivo? ¿Casi vivo?

La geometría de las estructuras vivas refleja a menudo las condiciones de su crecimiento y su renovación, o las dificultades vinculadas a su función.

A distintas escalas, algunos fenómenos físicos producen figuras geométricas similares.

Es el caso de fenómenos fuera de equilibrio donde la dinámica de crecimiento determina la geometría. Las ecuaciones de la física, desarrolladas para describir la materia inerte, ¿permiten incluir la morfogénesis del ser Vivo?

### **Ilustraciones:**

- Crecimiento de bacterias en un soporte nutritivo (diam. 10 cm)  
©Eshel Ben Jacob/Tel Aviv University
- Estructura ramificada fractal de un pulmón (tamaño: 20 cm)  
©Robert W. Enrique/University of Tennessee
- Crecimiento de un fluido poco viscoso en un lodo de arcilla más viscoso (diam. 40 cm)  
©Henri Van Damme - Claude Laroche/Crmd-Cnrs-Orleans
- Crecimiento autoorganizado de nanotubos (diam 10 micrones)  
©Anne-Marie Bonnot/CNRS-Grenoble
- Crecimiento del interfaz entre el aire y un cristal líquido más o menos viscoso.  
©Agnes Buka/Academia de las Ciencias-Budapest

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

colaboración científica : François Amblard. Cnrs/Institut Curie - Paris

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrillac - Toulouse

## ¿De dónde viene la fuerza?

Para desplazarse o deformarse, la mayoría de los organismos vivos desarrollan fuerzas producidas por la conversión de energía química en trabajo mecánico.

La observación de estos movimientos y los problemas planteados por sus mecanismos posibles fascina desde hace tiempo a biólogos, químicos y físicos. Gracias a un esfuerzo interdisciplinario, descubrimos hoy los secretos de esta conversión... y las futuras máquinas nanométricas que la física y la química pueden de ahora en adelante inventar.

### Ilustraciones:

- El sarcomero garantiza la contracción muscular por el deslizamiento relativo de las fibras moleculares que lo constituyen

© Alan Pestrunk/Washington University - St-Luis.

- El movimiento de contracción es producido por un motor molecular, la miosina, que se combina con una fibra de actina, impulsa su brazo por deformación molecular y se traslada antes de reanudar este mismo ciclo. El paso del ciclo es cercano al diámetro de la fibra, lo que representa 8 nanómetros

© Jon Robertus/Ut-Austin

- La célula ejerce fuerza sobre sí misma y su ambiente para controlar su forma, desplazarse o capturar "presas".

© [www.hiv-net.org](http://www.hiv-net.org)

- Este motor rotatorio y no lineal, que mide 10 nanómetros, funciona como una turbina molecular reversible, capaz tanto de transformar un trabajo mecánico en energía química como de producir el efecto inverso

© George Oster/UC Berkeley.

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**  
**el porvenir de la física**

colaboración científica : François Amblard. Cnrs/Institut Curie - Paris

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrillac - Toulouse

## ¿La física puede imitar al ser vivo?

El laboratorio de la evolución ha solucionado problemas muy variados: oír ruidos insignificantes, detectar un fotón, transportar eficazmente la luz, detectar selectivamente la presencia de algunas moléculas... Las soluciones encontradas manifiestan resultados físicos asombrosos. La física ayuda a incluir estos objetos biológicos. ¿Puede inspirarse para concebir nuevos objetos?

### Ilustraciones:

- Las patas del *Gecko* poseen el mejor pegamento conocido. Este pequeño reptil del tamaño de un lagarto puede desarrollar una fuerza de contacto de más de 100 kg.
  - Bajo cada pierna, alrededor de 1 millón de pelos organizados en penachos o en placas. Cada pelo, de una longitud cercana a los 100 micrómetros, se divide en espátulas de entre 100 a 1000, de un diámetro de 0,2 micrones, aproximadamente.
- ©Kellar Autumn/Lewis & Clark O'rgano- Portland
- La adhesión se basa en las fuerzas Van der Waals, independientes de las propiedades químicas. Solamente cuenta el alcance del contacto.
- Gracias a la geometría de sus pelos, el gecko puede adherirse fácilmente a las superficies.
- ©Kellar Autumn/Lewis&Clark College- Portland

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

colaboración científica : François Amblard. Cnrs/Institut Curie - Paris

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

Concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrilac - Toulouse

## ¿Qué un nanotubo?

¡Nanomateriales, nanoelectrónica, nanobiotecnología, el prefijo nano indica extrema pequeñez, una mil millonésima parte!

Un nanotubo es una estructura cristalina fabricada con átomos de carbono. Su diámetro, entre 1 y 10 nanómetros, es 100.000 veces más pequeño que el del cabello. Es comparable en dimensión con una molécula de ADN.

Las aplicaciones invaden nuestra vida cotidiana: comunicación segura, pinturas, cosméticos, circuitos electrónicos, medicamentos, microscopía óptica, medio ambiente, energía... Las próximas pantallas llanas serán elaboradas utilizando las puntas ultra finas de estos nanotubos.

### Grande image :

- Crecimiento auto-organizado de nanotubos de carbono  
©Cnrs-Grenoble/AMB
- Microestructuras de galio (3 micrones) sostenidas por tallos en carbono.  
©Université de Bourgogne/MS
- Sección de un haz de nanotubos monohoja sintetizado por descarga de arco eléctrico  
©Cnrs-Onera/Gdpc Cnrs-Montpellier
- Transistor nanotubo de Carbono autoconectado  
©Cnrs-Grenoble/AMB
- Nanotubos llenos de moléculas de fullerenos  
©Cemes-Toulouse/Marc Monthieux
- Nanopartículas de nitrure de galio, emitiendo en el espectro visible (835 nm). Diámetro: 1 micrón ©Cnrs-Université de Bourgogne/MS

### Petite image :

- Hilo de 30 micrones hace nanotubos de carbono. Es 100 veces más resistente y 6 veces más ligero que un hilo de acero. Crpp-Bordeaux  
©Cnrs Photothèque/Philippe Poulin
- Transistor molecular híbrida: un nanotubo de carbono, depositado por peinado molecular, conecta otra vez electrodos separados por 100 nm  
©Cnrs Photothèque/Thierry Ondarçuhu

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

### El porvenir de la física

Contribución científica: Annick Loiseau (Onera-Cnrs-Chatillon), Henri Van Damme (Espci-Paris), Anne-Marie Bonnot (Cnrs-Grenoble), Marco Sacilotti (Cnrs-Université de Bourgogne)

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrillac - Toulouse

Para saber más sobre eso: [www.nanomicro.recherche.gouv.fr](http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr) - [www.onera.fr/conferences/nanotubes](http://www.onera.fr/conferences/nanotubes) - [www.crpp-bordeaux.cnrs.fr](http://www.crpp-bordeaux.cnrs.fr)

## ¿Como puede entrar la TGB\* en el jefe de la horquilla?

\*TGB: la biblioteca muy grande en París

Hay magnetismo en todo: motores, electrónica, captadores, electrodoméstico, instrumentación medical (iRM), hifi, informática... Los materiales magnéticos (Hierro, Cobalto, Níquel) están compuestos por brújulas microscópicas llevadas por los átomos.

En los discos duros de ordenador, cada unidad de información (0 o 1) constituye una zona imantada detectada por la cabeza de lectura/escritura.

Hoy sabemos acumular hasta 8 Gigaoctets por cm<sup>2</sup>, es decir 500 Gigaoctets en un disco duro.

¡Las bibliotecas más grandes pueden valorar en el bolsillo!

### Ilustraciones:

- ¿Con 50.000 páginas al día digitalizadas, cuántos años hará falta para disfrutar de una biblioteca virtual de 15 millones de libros?

©Afp/Philippe Desmazes-Stf

- La cabeza de lectora de los discos duros de ordenador funciona como un electroimán.

©Lmb-Cnrs-UBO

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

**El porvenir de la física**

Contribución científica: David Spenato. Laboratoire de magnétisme de Bretagne. Cnrs-Université de Bretagne Occidentale-Brest

realización : Centre·Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

Concepción gráfica : Supersoniks.com - Tours

impresión : Chabrilac - Toulouse

## ¿De qué sirve un láser azul?

Teléfono e Internet por fibra óptica, cirugía del ojo, recortes de materiales, medidas de distancias, lectura de códigos barras, los láseres invaden nuestra vida cotidiana. En el corazón del láser se encuentra un amplificador de luz constituido por átomos excitados. Cuando un grano de luz - un fotón - alcanza uno de éstos, provoca la emisión de un segundo fotón idéntico en todo punto al primero. Rebotando entre dos espejos, la luz se intensifica a cada paso en el medio amplificador, metamorfoseándose en un haz luminoso muy intenso.

Con una longitud de onda más corta, el láser azul del prójimo lector DVR puede ser enfocado sobre una superficie más reducida que con el láser rojo de los lectores de DVD. Así, este nuevo soporte todavía almacenará más informaciones.

### **Ilustraciones:**

- Imagen arco iris obtenida por superposición de exposiciones bajo diferentes direcciones del haz de láser saliente

©Cnrs Photothèque/Serge Equilbey

- Simulación numérica de las interacciones entre un láser muy intenso y un plasma poco denso

©INRIA/Projet SCALAPPLIX

- Ópticas de mejor calidad permitirán tareas todavía más finas. Además, el almacenamiento de la información podrá hacerse sobre una o dos caras y hasta sobre un o dos capas por cara. ©Centre-Sciences

**[www.Physic1cliC.org](http://www.Physic1cliC.org)**

El porvenir de la física

**contribución científica :** Jean-Michel Courty, Laboratorio Kastler Brossel, Université P&M Curie - Paris

**realización :** Centre-Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrilac - Toulouse

## ¿Cuántos satélites para localizar un GPS?

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) - y pronto el sistema europeo Galileo - permite conocer cerca de algunos metros una posición sobre Tierra, en el mar o por los aires.

Para estar localizado, un GPS debe valorar el tiempo que necesitan las señales electromagnéticas de 4 satélites del sistema para llegarle: deduce de eso simultáneamente las tres coordenadas de situación de su posición y la hora exacta.

Los cálculos son complicados por efectos relativistas. A la velocidad de los satélites (14000 Km./h), los relojes embarcados laten menos rápidamente que sobre Tierra: es la dilatación del tiempo.

¡Al contrario, laten más rápidamente por la gravedad menor a las altitudes de las órbitas (20000 Km.)! En resumen, los relojes embarcados adelantan por 38 microsegundos al día, lo que llevaría un error de posicionamiento de cerca de 12 Km. si no fueran ajustadas.

### Ilustraciones:

- Geométricamente, 3 satélites bastan para situar un punto. Todavía hay que asegurarse la hora del receptor: esto necesita un 4º satélite.

© Centre•Sciences - Samuel Roux - Orléans

- Todo punto sobre Tierra podrá ser localizado por la constelación Galileo.

Vista de artista ©ESA-J. Huart

**www.Physic1cliC.org**

**El porvenir de la física**

**contribución científica:** Edouard Kierlik , Laboratoire de Physique Théorique des Liquides

Université P&M Curie - Paris

**realización :** Centre•Sciences, CCSTI région Centre - Orléans

**Concepción gráfica :** Supersoniks.com - Tours

**impresión :** Chabrilac - Toulouse

para saber más sobre eso: <http://lpce.cnrs-orleans.fr/~ddwit/gps/>