

# La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas. Aplicaciones en Ingeniería



II CURSO DE DIVULGACIÓN

LOS AVANCES DE LA QUÍMICA Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD

Carlos Miranda

3 de febrero de 2011

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

## Químicos Célebres



Homo Erectus  
(1.8 mill - 300000 a.C.)



Paracelso  
(1493-1541)



Robert Boyle  
(1627-1691)



A. L. Lavoisier  
(1743-1794)



John Dalton  
(1766-1844)



A. Avogadro  
(1776-1856)



August F. Kekulé  
(1829-1896)



Alfred B. Nobel  
(1833-1896)



D. Mendeleev  
(1834-1907)



Marie Curie  
(1867-1934)



E. Rutherford  
(1871-1937)



Linus Pauling  
(1901-1994)

Dr. Mercedes Alonso (30-sep-2010)  
*Impacto de la Química en la sociedad  
a lo largo de la historia*

### ¿Qué es la Química?

Las moléculas son los componentes básicos de la materia. Por lo tanto, **todo es Química**.

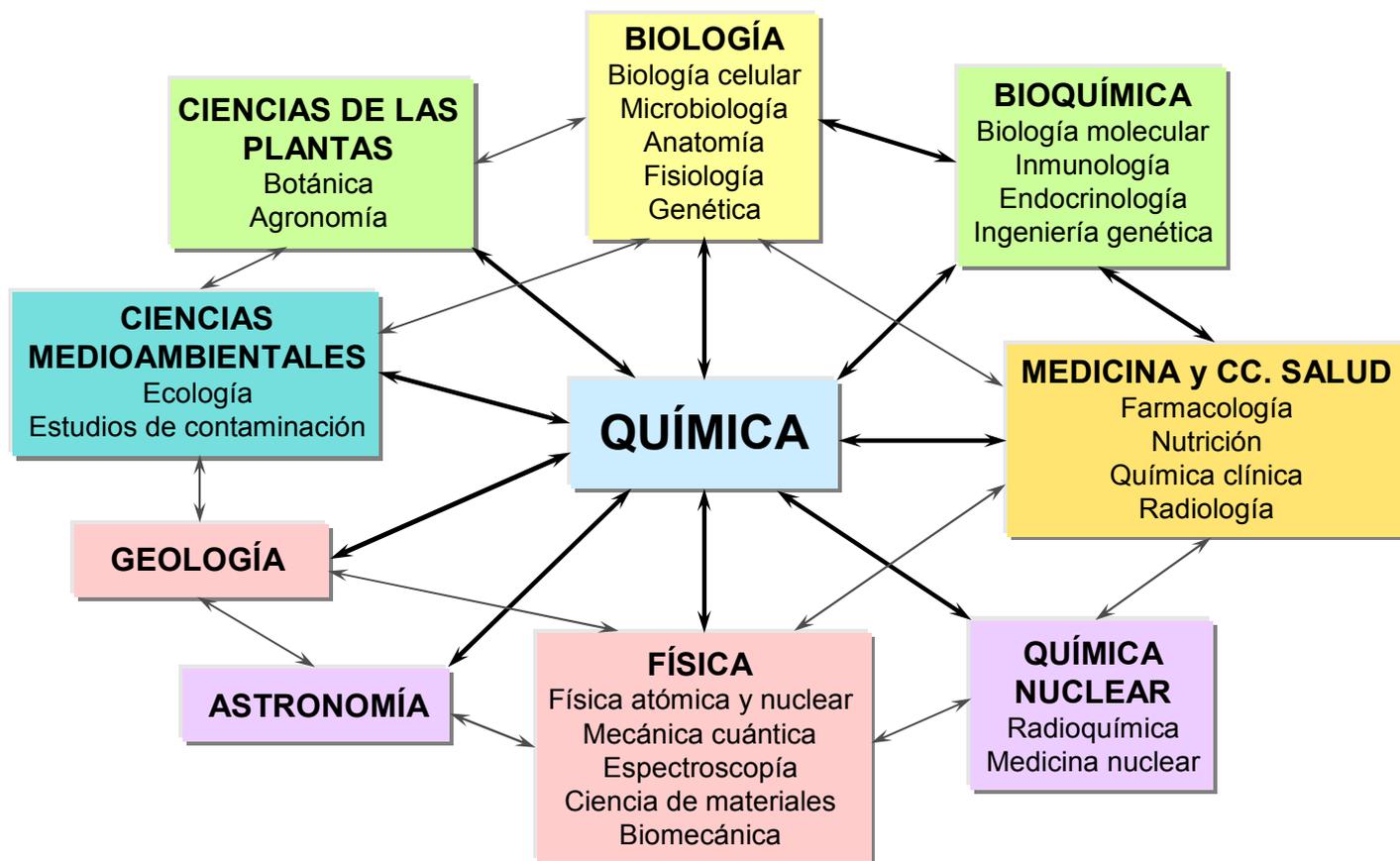
La Química es la **Ciencia Central**, que interacciona con otras ciencias: Biología, Física, Ciencias de los Materiales, Ciencias Agrícolas, Geología, Astrofísica, etc.

La Química nos proporciona todas las comodidades de nuestra vida.

Nosotros somos química.

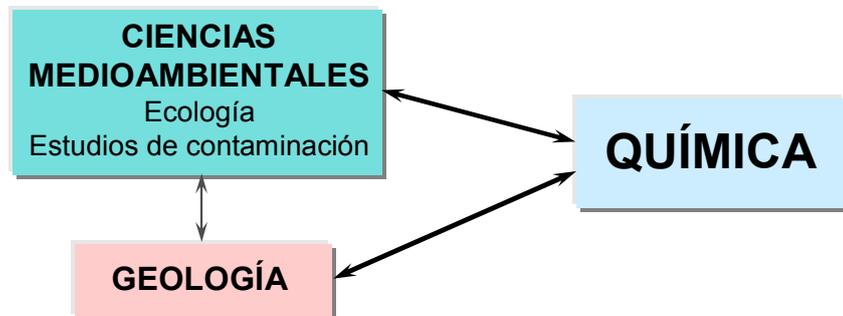
Dr. Bernardo Herradón (30-sep-2010)  
*La Química, como ciencia de las moléculas,  
es la base de la materia que nos rodea*

# La Química, “la ciencia central”



# Soluciones para el medio ambiente

Dr. Bernardo Herradón (4-nov-2010)  
*La Química  
 por un medio ambiente más limpio*



**Cambio climático. Efecto invernadero.**

CSIC <http://www.ingenieriaquimica.com/> <http://www.madrimasd.org/bios/quimica/associedad/> Fundación BBVA

**PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD**

**Captura y Almacenamiento del CO<sub>2</sub>**

La Química y la Ingeniería Química contribuyen a desarrollar procesos de Captura de CO<sub>2</sub>, evitando su emisión a la atmósfera.

BP California Project (DF2)

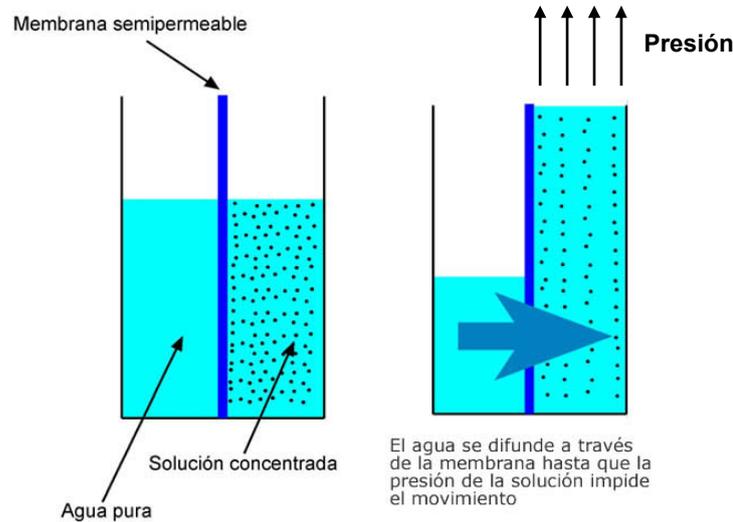
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Prof. Rafael Moliner (11-nov-2010)  
*La Química contribuirá a resolver el problema energético*

# La Química y la Energía

## Energía Osmótica o Energía Azul

- Basada en la **ósmosis**: difusión pasiva caracterizada por el paso de un disolvente a través de una membrana semipermeable desde la disolución más diluida a la más concentrada.



# La Química y la Energía

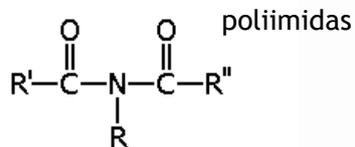
## Energía Osmótica o Energía Azul

- Mezclas de agua dulce y salada en las desembocaduras de los ríos
- Genera una presión equivalente a una columna de agua de 120 m capaz de mover una turbina
- Fuente de energía renovable libre de emisiones de CO<sub>2</sub>
- Potencial global mundial 1600-1700 TWh/año (~50% de la energía generada en la UE)
- Statkraft inaugura el primer prototipo en Noruega el año 2009

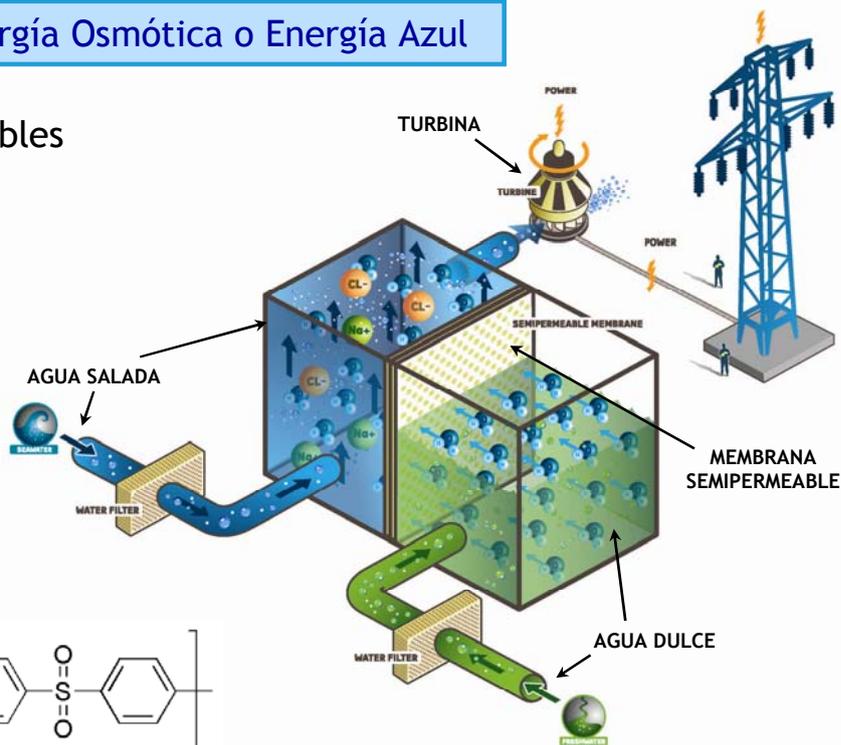
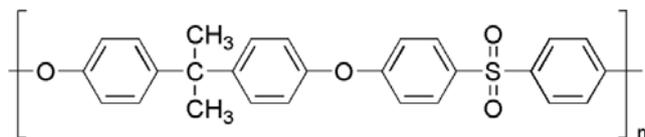
# La Química y la Energía

## Energía Osmótica o Energía Azul

### ● Membranas semipermeables

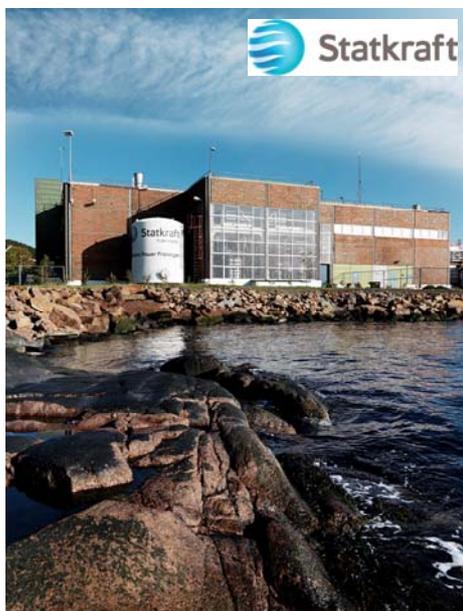


polisulfonas

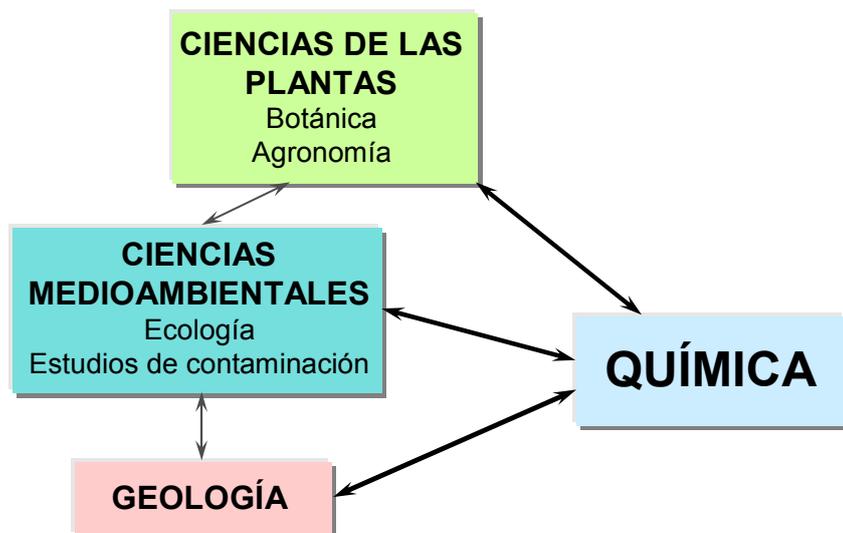


# La Química y la Energía

## Energía Osmótica o Energía Azul



# La Química y la alimentación



Prof. Juan José Lucena (28-oct-2010)  
*La Química y la agricultura*

### La Química y Agricultura

Introducción  
Química Agrícola  
Química del suelo  
Química de los fertilizantes

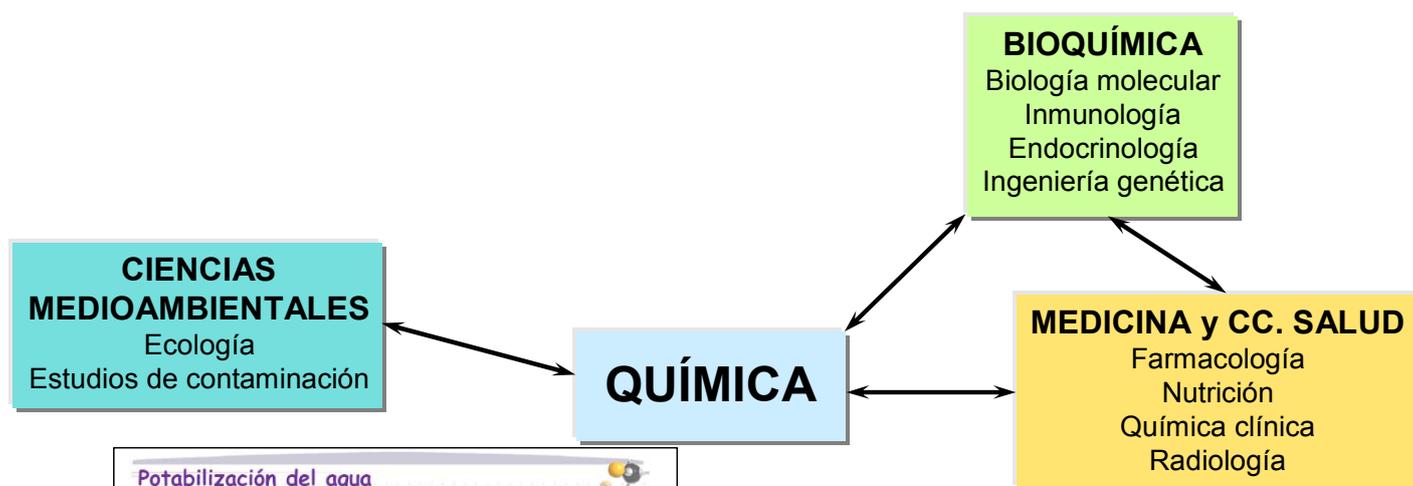
Oct 2010 Los Avances de la Química y su Impacto en la Sociedad 2

### Evolución de la población mundial

Se necesitarán producciones agrícolas un 70% superiores a las actuales

Guía de la fertilización 5

# La Química y la alimentación



### Potabilización del agua

PLANTAS POTABILIZADORAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

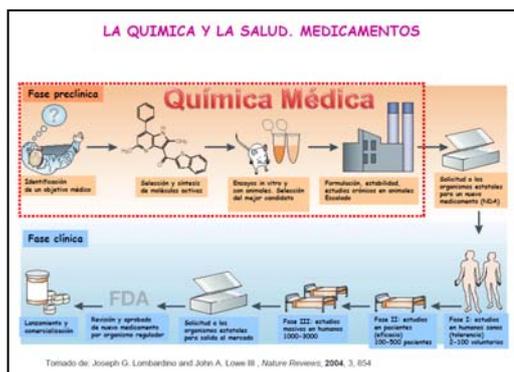
El agua procedente fuente de captación, ríos, lagos, pozos... se somete a las operaciones:

1. *Pretratamiento*: eliminación de objetos sólidos
2. *Floculación* o *coagulación*: inyección de productos químicos (cal para eliminación de fósforo) aglomeran las partículas formando floculados
3. *Sedimentación* o *decanación*: floculados de mayor tamaño precipite
4. *Filtración* y *adsorción*: a presión a través de membranas y filtros de carbón activo
5. *Otros procesos*: cloración, aireación, tratamiento bacteriológico (contaminante detectado)

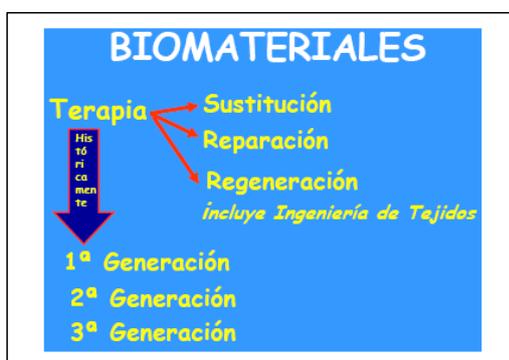
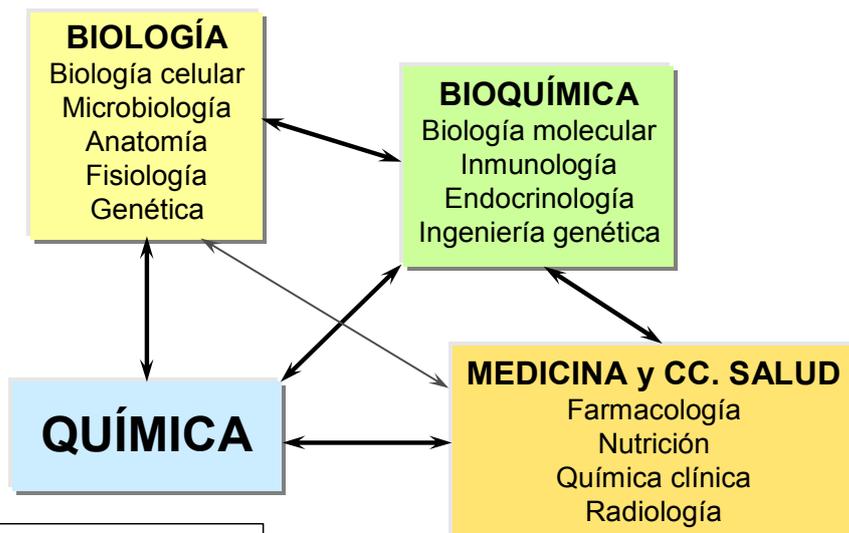
Construcciones Territoriales

Dra. Yolanda Pérez (18-nov-2010)  
*La Química y los alimentos. Papel de la Química en el tratamiento y potabilización del agua*

# Química en medicina



Prof. Juan José Vaquero (14-oct-2010)  
La Química y la salud. Medicamentos



Prof. María Vallet-Regí (21-oct-2010)  
¿Puede la Química reparar el cuerpo humano?

# Química y Medicina: Contrastes radiológicos

## RADIOGRAFÍA



CONTRASTES RADIOLÓGICOS



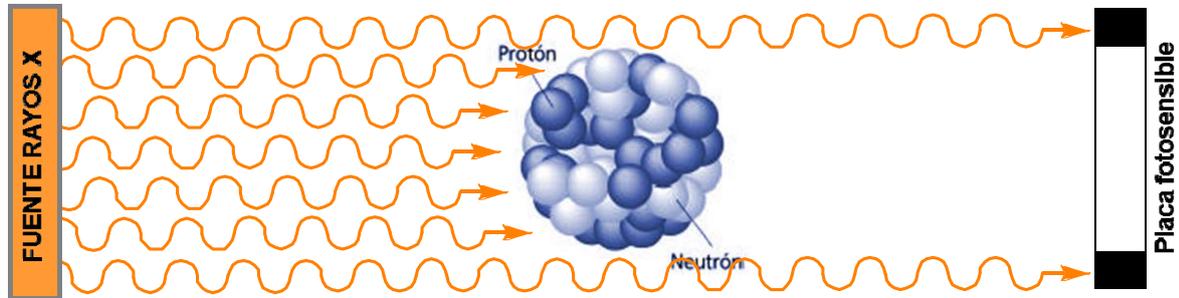
- Sustancia susceptible de ser empleada en exámenes médicos de rayos X
- Distinguen tejidos blandos por diferencia de opacidad frente a rayos X

# Química y Medicina: Contrastes radiológicos

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

## Contrastes densos

- Basados en compuestos químicos que contienen átomos pesados
- Ofrecen una mayor opacidad a los rayos X



# Química y Medicina: Contrastes radiológicos

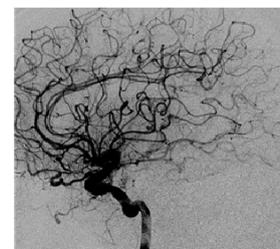
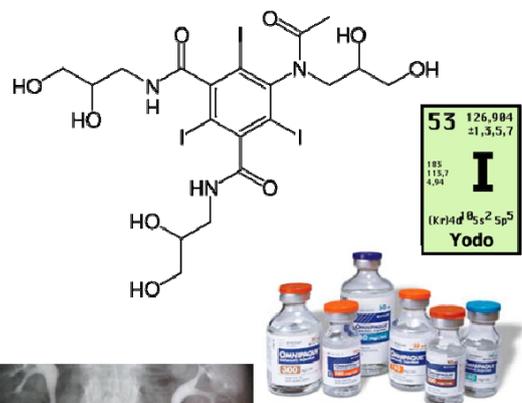
La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

## Contrastes densos

- Sulfato de Bario -  $Ba(SO_4)$

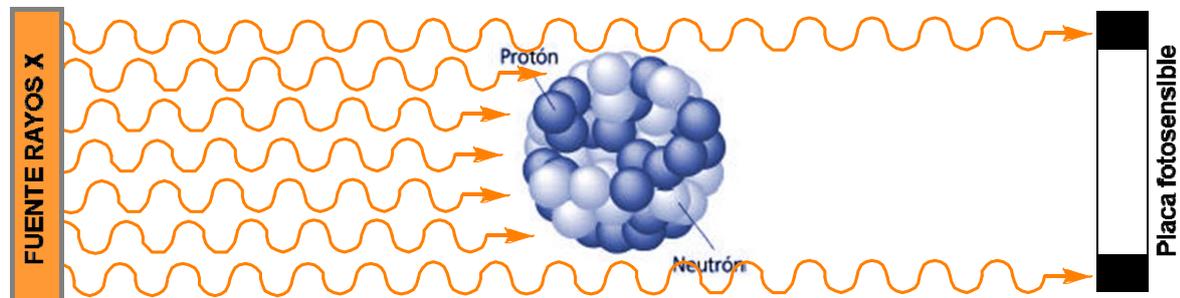


- Compuestos de Iodo



## Contrastes densos

- Basados en compuestos químicos que contienen átomos pesados
- Ofrecen una mayor opacidad a los rayos X



## Contrastes hipodensos

- Basado en el uso de un gas o de aire
- Presentan una menor opacidad

- Empleo de isótopos radioactivos para diagnóstico clínico y tratamiento de enfermedades:
  - Algunos tipos de cáncer
  - Enfermedades cardiovasculares
  - Desórdenes neurológicos...

● Marie Curie (1867-1934)



Fuente: <http://nobelprize.org>

**Marie Curie, née Sklodowska**

**Born:** 7 November 1867, Warsaw, Russian Empire (now Poland)

**Died:** 4 July 1934, Sallanches, France

**Affiliation at the time of the award:** Sorbonne University, Paris, France

**Prize motivation:** "in recognition of her services to the advancement of chemistry by the discovery of the elements radium and polonium, by the isolation of radium and the study of the nature and compounds of this remarkable element"

**Field:** Nuclear chemistry

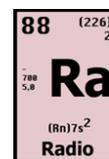
● Premio Nobel de Química (1911) en reconocimiento a sus servicios al avance de la química por su descubrimiento de los elementos radio y polonio



The Nobel Medal for Physics and Chemistry

- Empleo de isótopos radioactivos para diagnóstico clínico y tratamiento de enfermedades:
  - Algunos tipos de cáncer
  - Enfermedades cardiovasculares
  - Desórdenes neurológicos...

- Henri Danlos (físico francés) en 1901 empleó radio para tratar heridas de piel producidas en enfermos de tuberculosis



### Radioisótopos más empleados

Radioisótopo	Símbolo	Radiación	Vida media	Uso
Tritio	$^3_1\text{H}$	$\beta$	12.32 años	Trazador bioquímico
Sodio-24	$^{24}_{11}\text{Na}$	$\beta$	14.95 horas	Circulación sanguínea
Fósforo-32	$^{32}_{15}\text{P}$	$\beta$	14.28 días	Terapia anti-leucemia
Cobalto-60	$^{60}_{27}\text{Co}$	$\beta, \gamma$	5.27 años	Terapia cancerosa
Arsénico-74	$^{74}_{33}\text{As}$	$\beta^+$	17.8 días	Localización tumores cerebrales
Tecnecio-99	$^{99m}_{43}\text{Tc}$	$\gamma$	6.01 horas	Escáner cerebral
Yodo-131	$^{131}_{53}\text{I}$	$\beta$	8.04 días	Terapia tiroidea

# Tomografía por emisión de positrones

- Técnica de análisis en tiempo real no invasiva

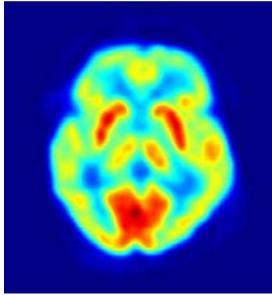


Imagen típica PET cerebral



- En combinación con TAC (tomografía axial computerizada)

Información y diagnósticos  
**MUY PRECISOS**

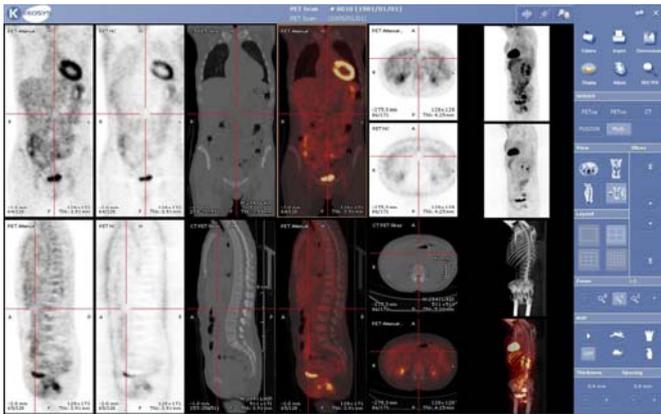


imagen de PET TAC cuerpo entero

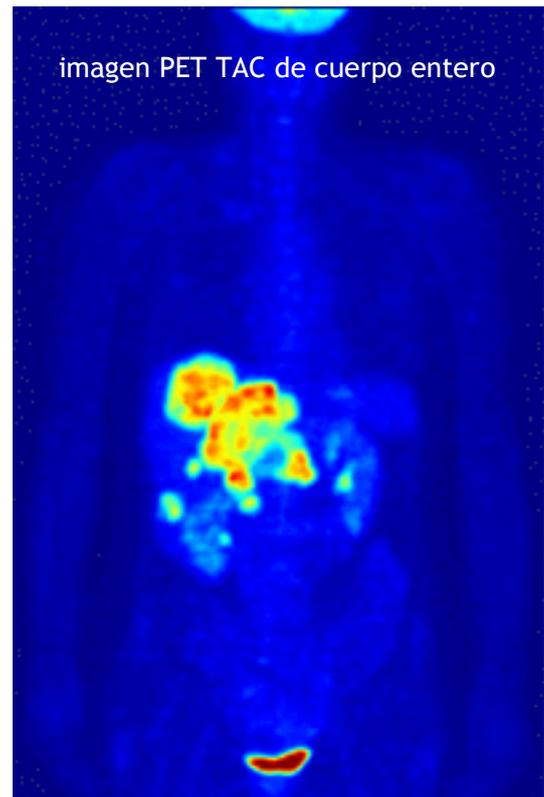
## PET: Radiotrazadores

- Administrado por vía intravenosa, vía oral o vía respiratoria
- Se acumula en los órganos con afinidad por el radiotrazador
- Emisión de radiación gamma en los órganos donde se localiza



Medición de la  
**ACTIVIDAD METABÓLICA**

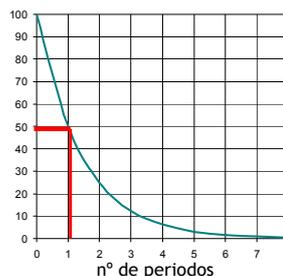
imagen PET TAC de cuerpo entero



# PET: Radionucléidos

## ● Isótopos de vida media corta:

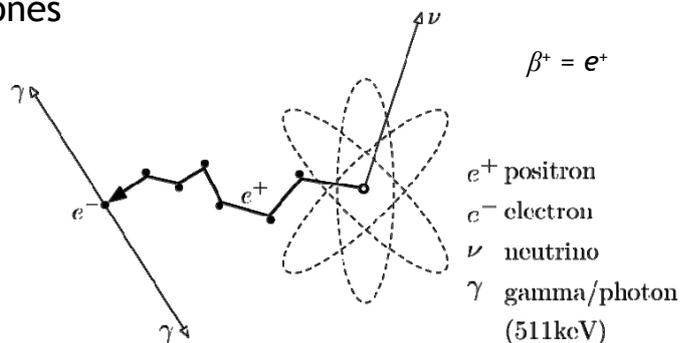
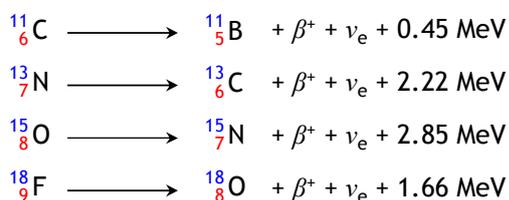
- $^{11}\text{C}$ , ~20 minutos
- $^{13}\text{N}$ , ~10 minutos
- $^{15}\text{O}$ , ~2 minutos
- $^{18}\text{F}$ , ~110 minutos



Periodo de semidesintegración

## ● Se incorporan en moléculas que sabemos como utiliza nuestro cuerpo

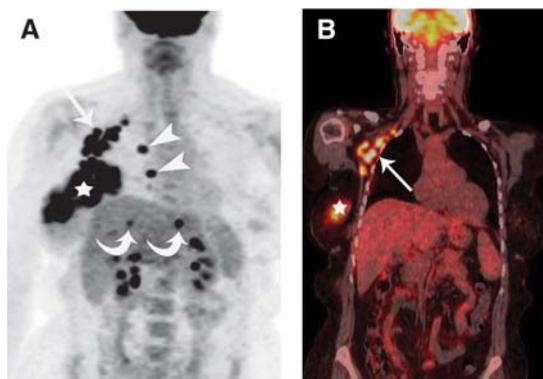
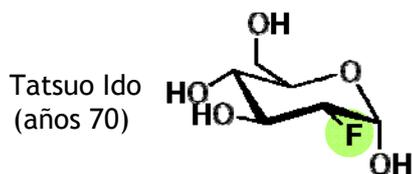
## ● Desintegración por emisión de positrones



# PET: Radiotrazadores

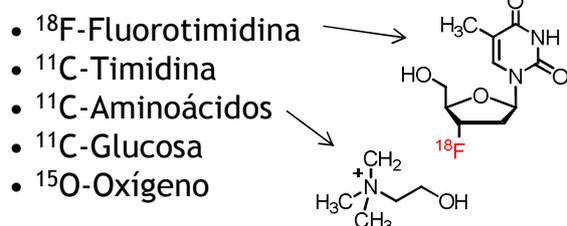
## FLUORDESOXIGLUCOSA (FDG)

### ● 2-[ $^{18}\text{F}$ ]Fluor-2-desoxi-D-glucosa



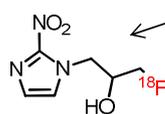
## OTROS

### ● Metabolismo



### ● Angiogénesis

- $^{15}\text{O}$ -Agua
- $^{18}\text{F}$ -Fluoromisonidazol
- $^{15}\text{O}$ -Oxígeno



# La Química, entre la Física y la Biología

## La Química y la Biomedicina

Nuevas vías de investigación en Biomedicina, para la que se necesitarán moléculas.

Síntesis, estructura, relación con la actividad biológica, es decir, Química.

¿Se reconoce el papel del químico en esta investigación?

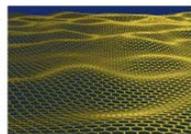


Dr. Bernardo Herradón (7-oct-2010)  
*La Química: De entre la Física y la Biología a  
"Entre la Biomedicina y la Ciencia de los Materiales"*



### Graphene - the perfect atomic lattice

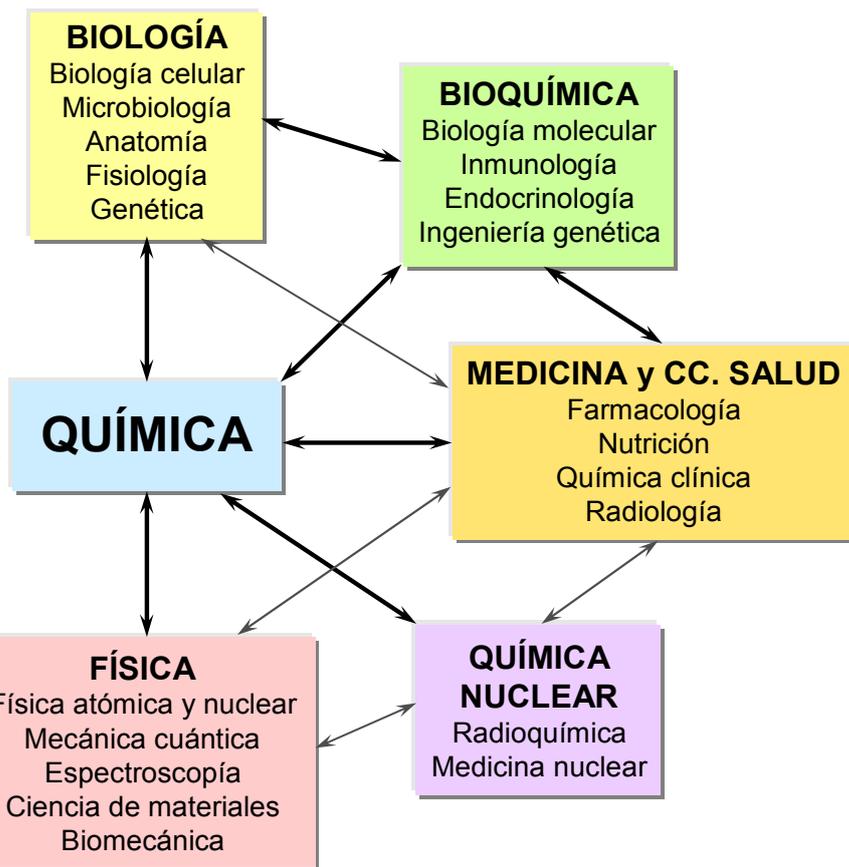
Graphene is a form of carbon. As a material it is completely new - not only the thinnest ever but also the strongest. As a conductor of electricity it performs as well as copper. As a conductor of heat it outperforms all other known materials. It is almost completely transparent, yet so dense that not even helium, the smallest gas atom, can pass through it.



Geim



Novoselov



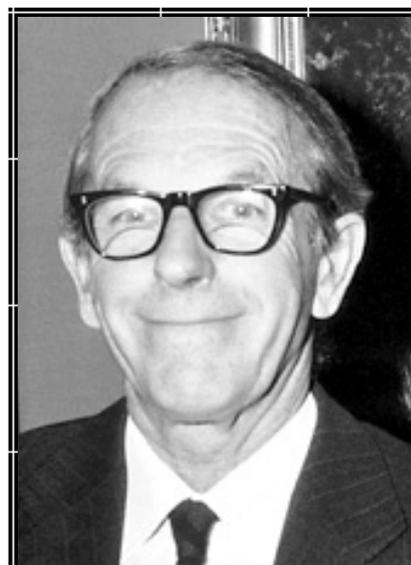
# Química en Biología: Secuenciación del ADN

## Premio Nobel de Química (1980)

- Determinación de la secuencia de bases de los ácidos nucleicos



Walter GILBERT

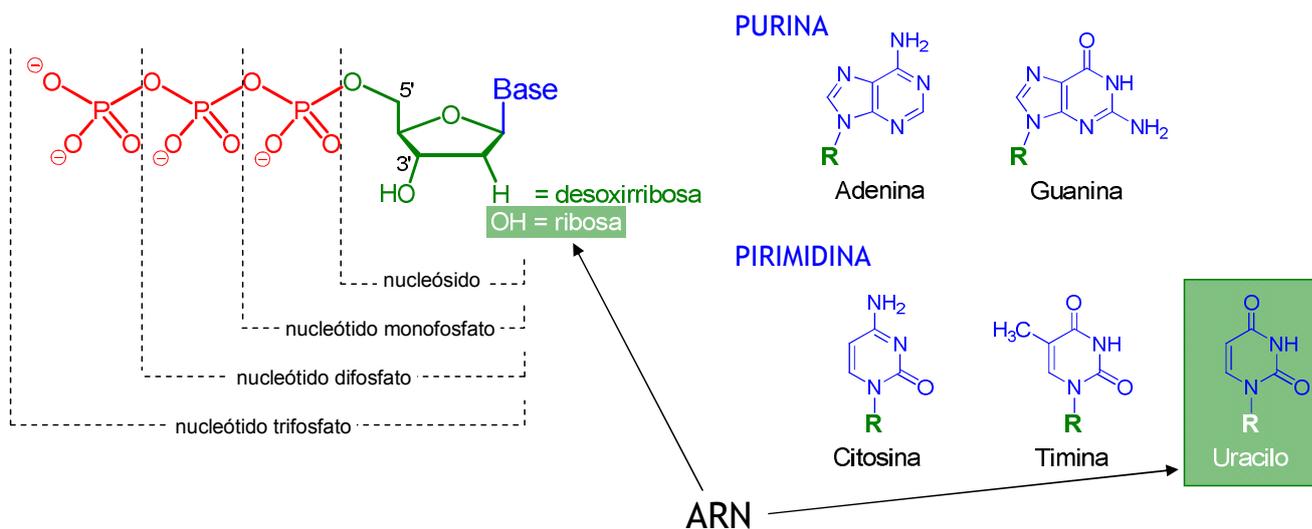


Frederick SANGER

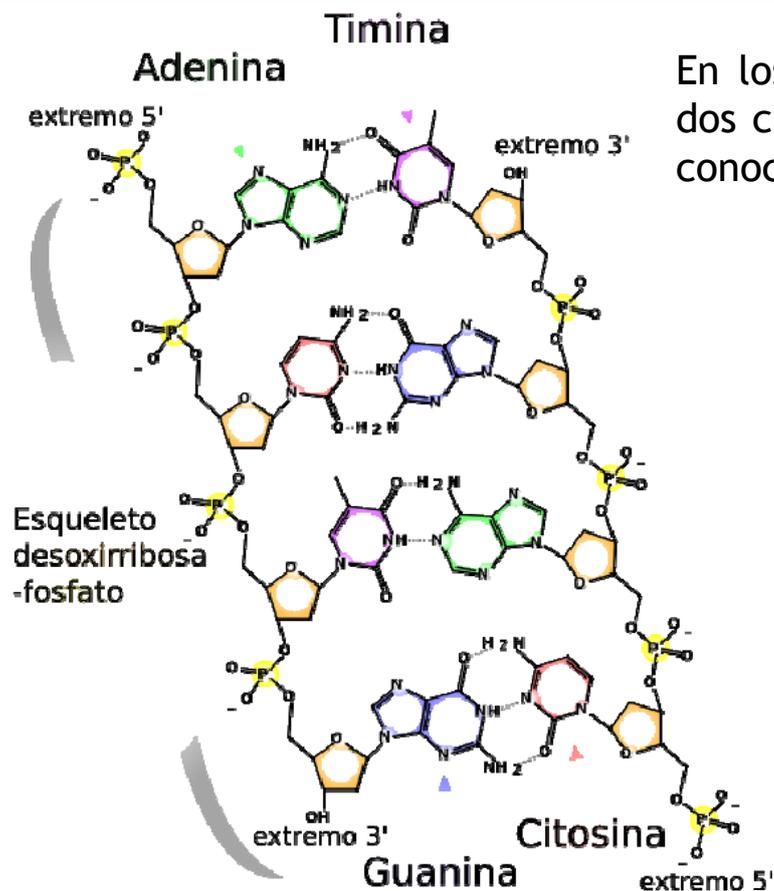
# Aspectos estructurales de la molécula de ADN

- La molécula de ADN es un “polinucleótido” = polímero de nucleótidos
- ¿Qué es un nucleótido?

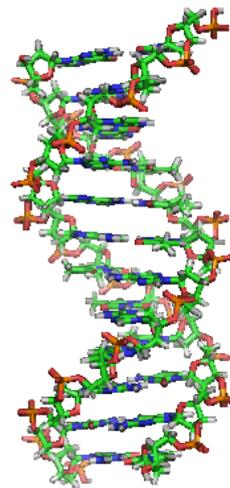
**NUCLEÓTIDO** = **Pentosa** (Azúcar de 5 át. de C) + **Base nitrogenada** + **Grupos fosfato** (de uno a tres)



# Aspectos estructurales de la molécula de ADN

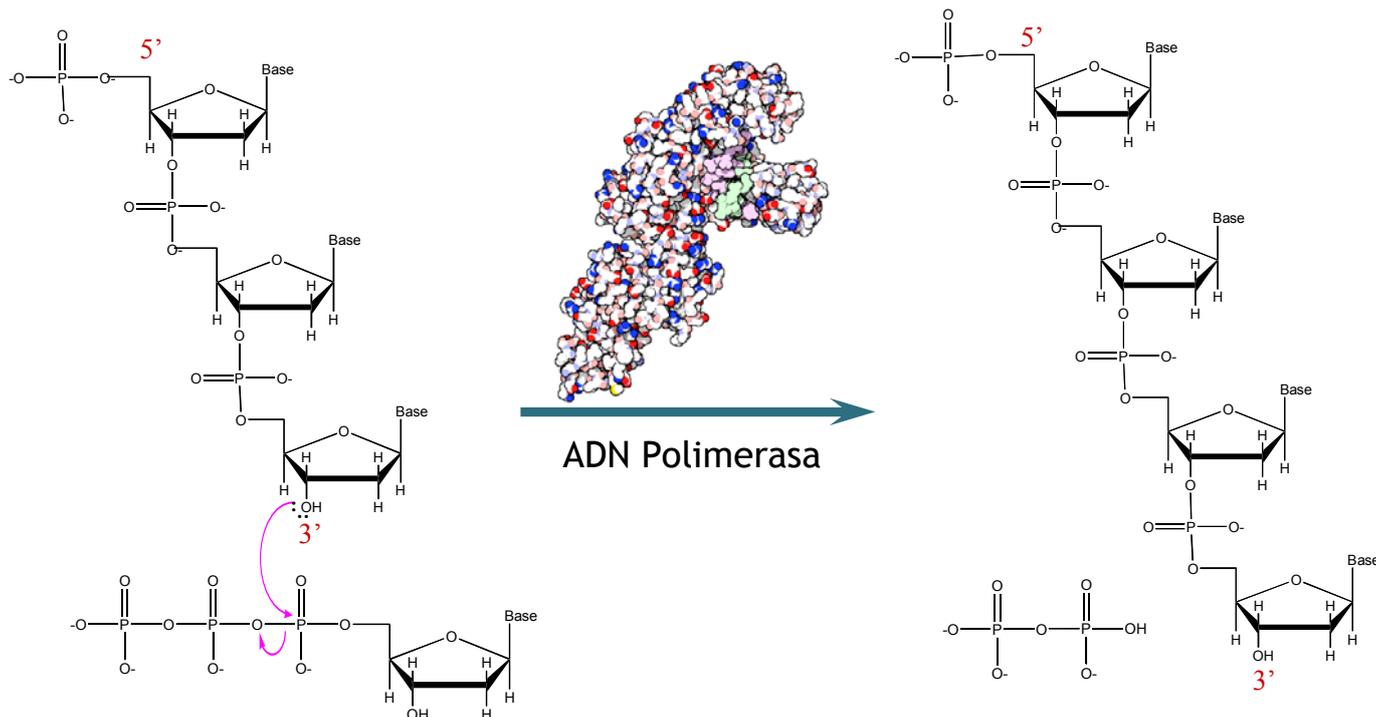


En los seres vivos está constituida por dos cadenas antiparalelas, formando la conocida “doble hélice”



Interacciones por enlaces de hidrogeno por pares A=T y C≡G

# Mecanismo de polimerización del ADN

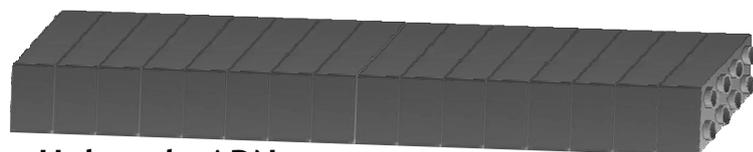
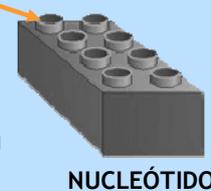


El grupo OH en posición 3' del anillo de desoxirribosa es fundamental para la polimerización de la molécula de ADN

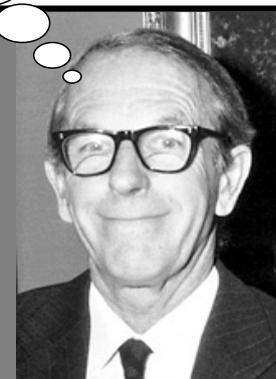
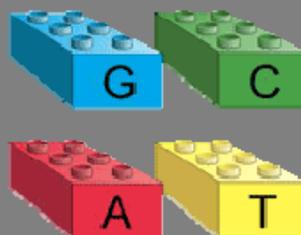
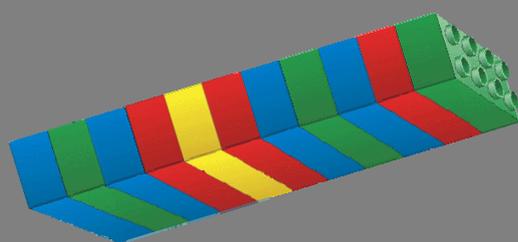
## Secuenciar el ADN: Planteamiento del problema

- El nucleótido es el bloque fundamental
- El OH en posición 3' es el responsable de la polimerización

Grupo OH (3')



¿Cómo conocer el orden de los nucleótidos?



# Secuenciar el ADN: Método de terminación de la cadena

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

- Se puede separar ADN en función del tamaño  
**Electroforesis Poliácridamida-Urea**  
(Resolución: 1 nucleótido)

¿Distinta longitud?



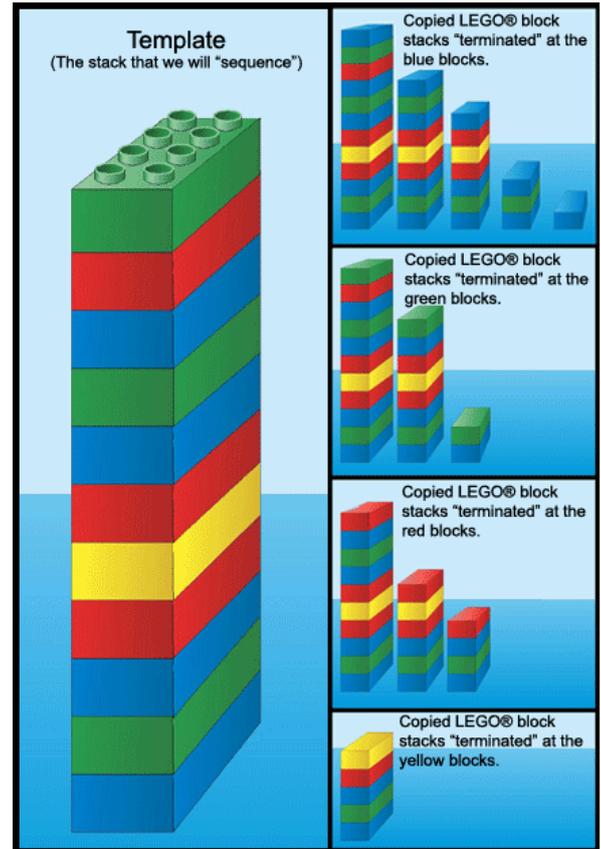
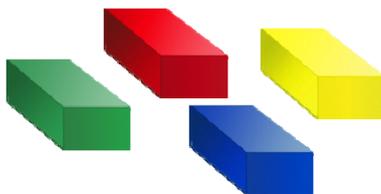
Sí

Parando la elongación de la cadena

¿Cómo?



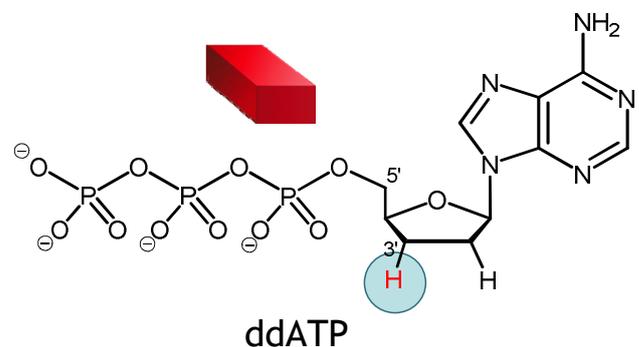
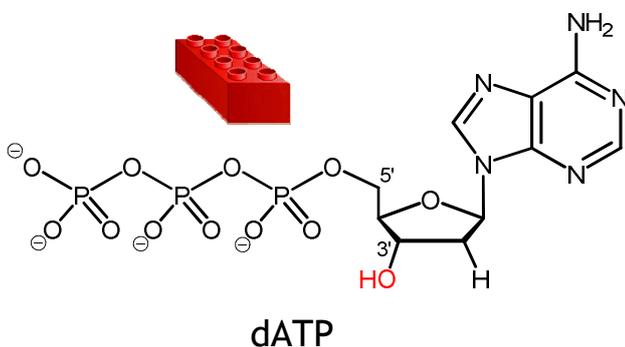
Neutralizando el punto de crecimiento



# Secuenciar el ADN: Didesoxinucleótidos trifosfatados

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

- DESOXINUCLEÓTIDOS (dNTP) vs DIDESOXINUCLEÓTIDOS (ddNTP)



Ausencia del grupo OH en posición 3' del anillo de ribosa

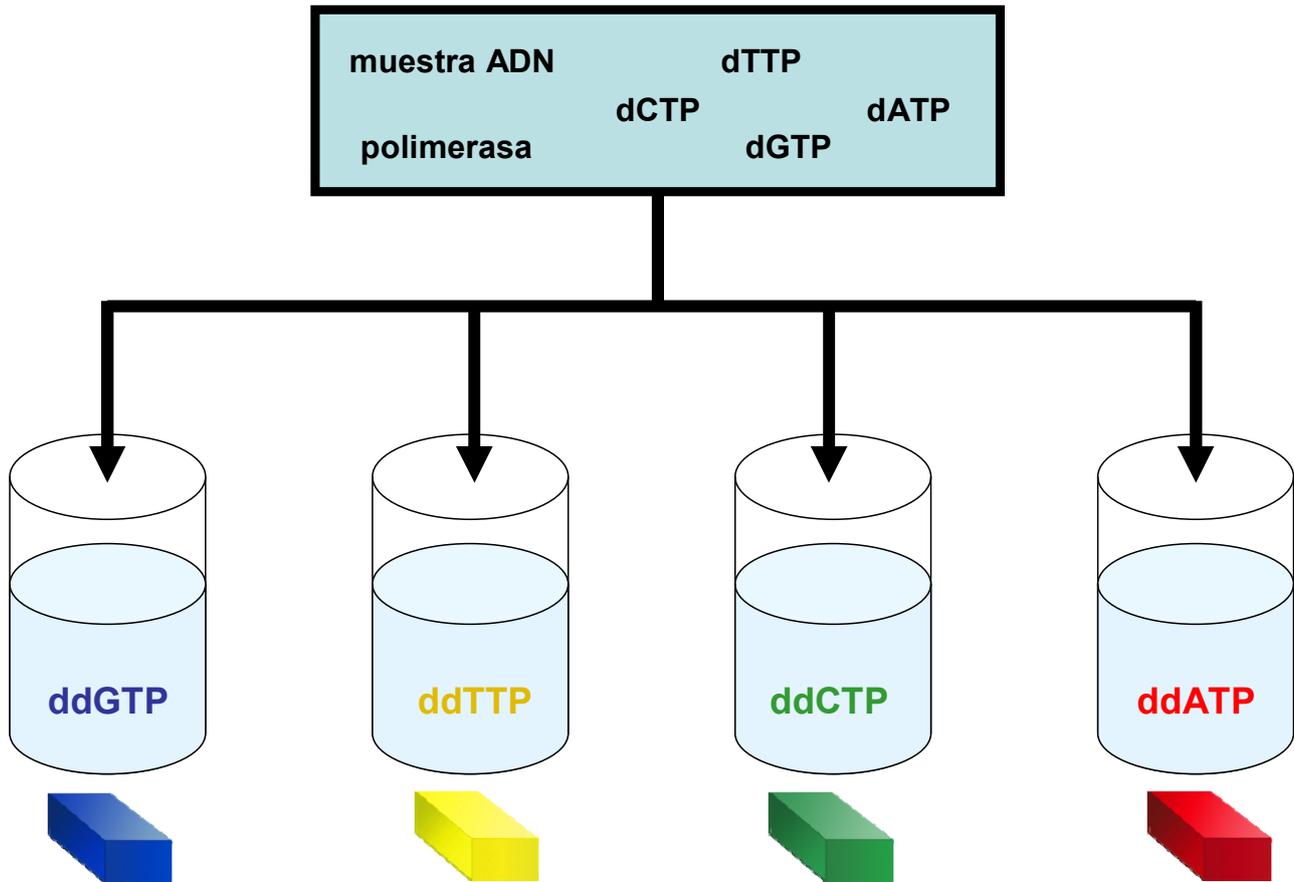


No se puede formar el enlace fosfodiéster



Terminación química de la cadena de ADN

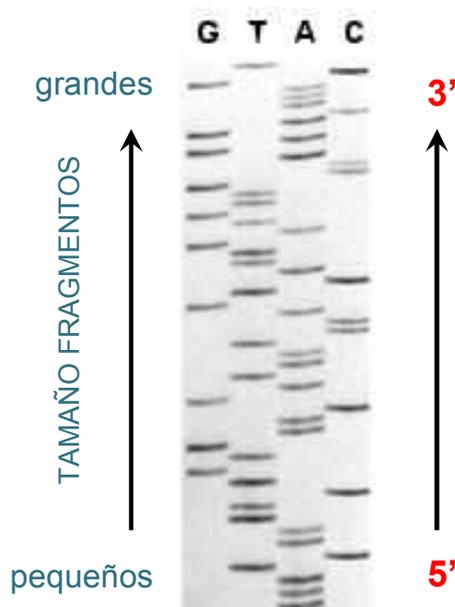
## Identificación de los fragmentos



## Identificación de los fragmentos

### MARCAJE

- Fósforo radiactivo ( $^{32}\text{P}$  y  $^{33}\text{P}$ )



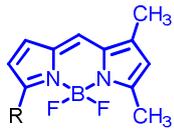
SOLUCIÓN:

**5'** AAATCAATTCTGTGAAC  
GATAATCCAGTCATTGATG  
TTGCCAGAGACAAAGCT **3'**

# Marcaje de los nucleótidos de terminación

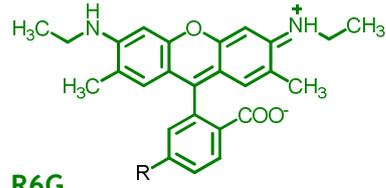
La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas. Aplicaciones en ingeniería

## ● Marcaje con colorantes fluorescentes



**Bodipy-FL-510**

$[\lambda_{\text{abs}} (\text{max}) = 502 \text{ nm}; \lambda_{\text{em}} (\text{max}) = 510 \text{ nm}]$



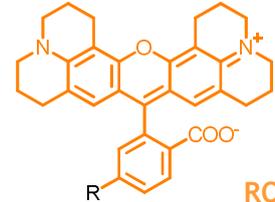
**R6G**

$[\lambda_{\text{abs}} (\text{max}) = 525 \text{ nm}; \lambda_{\text{em}} (\text{max}) = 550 \text{ nm}]$



**Bodipy-650**

$[\lambda_{\text{abs}} (\text{max}) = 630 \text{ nm}; \lambda_{\text{em}} (\text{max}) = 650 \text{ nm}]$



**ROX**

$[\lambda_{\text{abs}} (\text{max}) = 575 \text{ nm}; \lambda_{\text{em}} (\text{max}) = 602 \text{ nm}]$

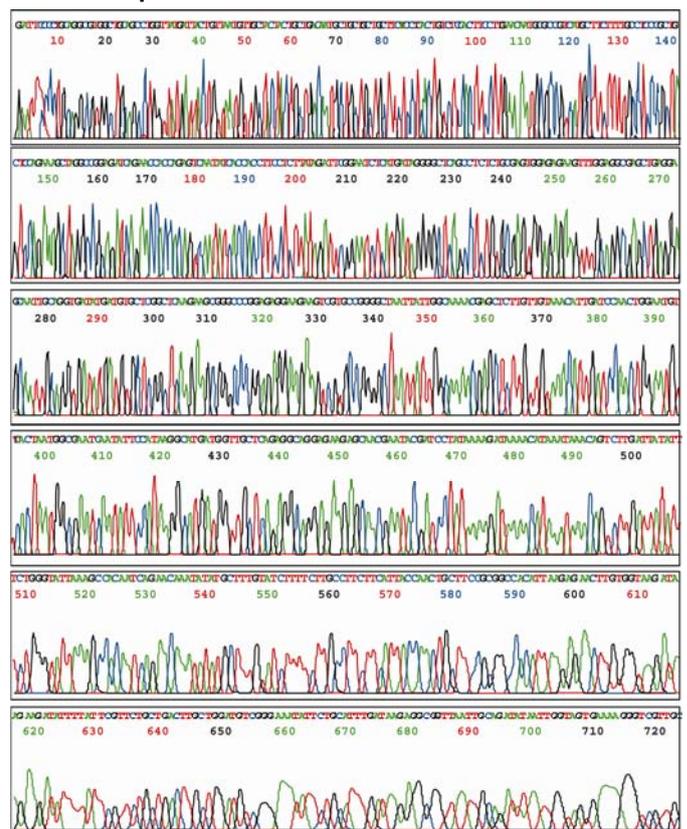
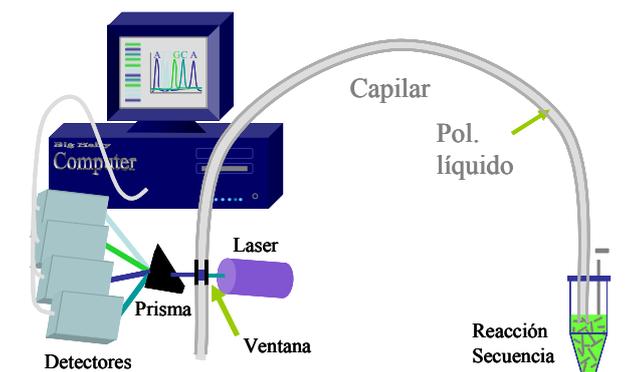
### VENTAJAS:

- Una sola reacción de secuenciación
- Fácil automatización

# Marcaje de los nucleótidos de terminación

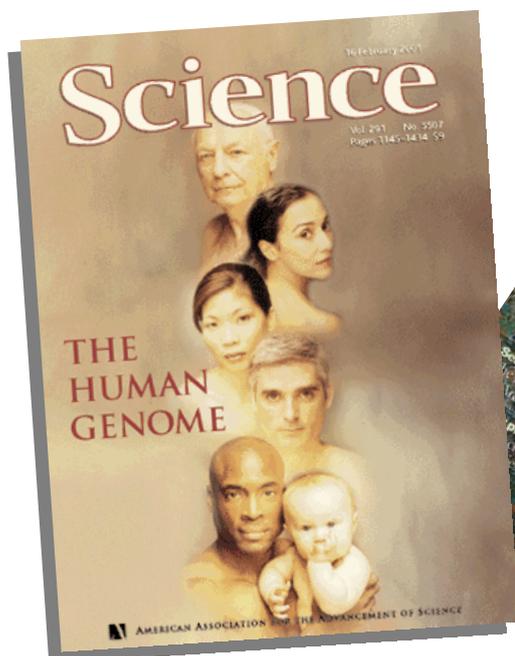
La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas. Aplicaciones en ingeniería

## ● Separación de fragmentos por electroforesis capilar

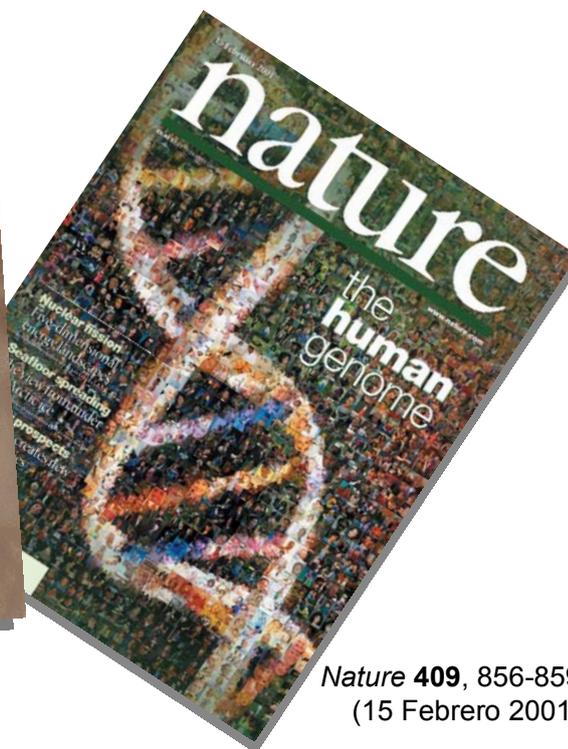


# Proyecto GENOMA HUMANO

● Febrero de 2001



*Science* **291**, 1304-1351  
(16 Febrero 2001)



*Nature* **409**, 856-859  
(15 Febrero 2001)

# Genoma del orangután

● Enero de 2011



## Nota de prensa

CSIC comunicación  
Tel.: 91 568 14 72/7  
g.prensa@csic.es  
www.csic.es

Madrid, miércoles 26 de enero de 2011

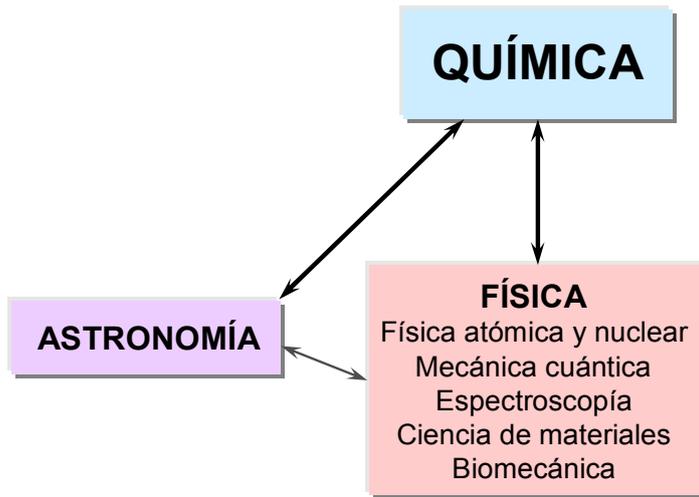
## El genoma del orangután es tres veces más estable que el humano

- Ambas especies comparten el 97% de su ADN comparable, según una investigación con participación del CSIC
- El trabajo, publicado hoy en 'Nature', aportará herramientas para la conservación de esta especie en peligro de extinción



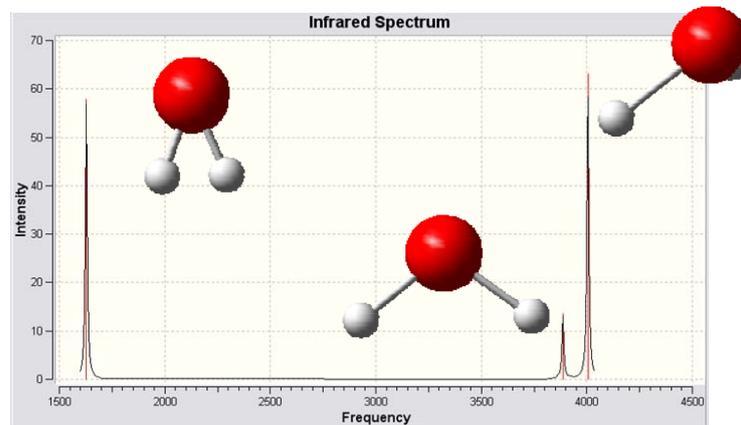
*Nature* **469**, 529-533  
(27 Enero 2011)

# La Química y la astrofísica



## Química y Astrofísica: Detección de moléculas

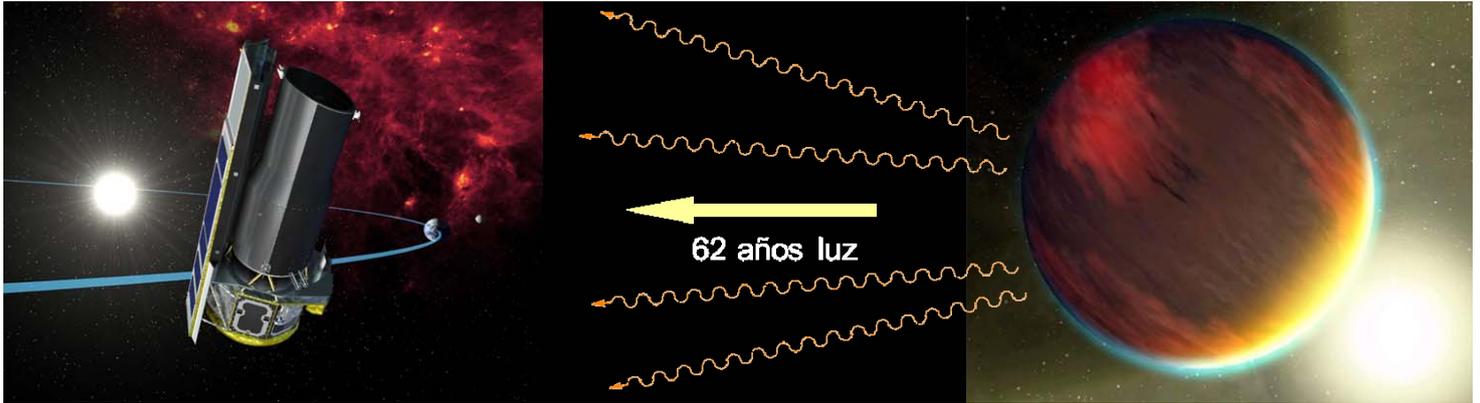
- Espectros de emisión y absorción de planetas y estrellas
- Espectro IR de las moléculas (vibraciones)



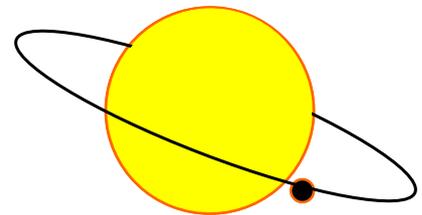
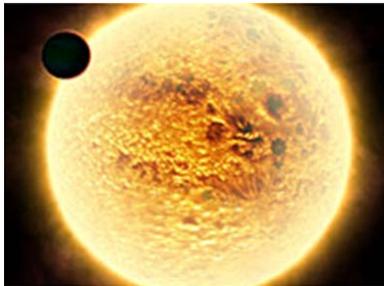
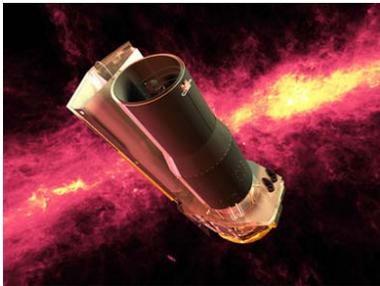
# Astrofísica: Detección de moléculas por IR

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

- Detección de agua en el planeta HD189733b



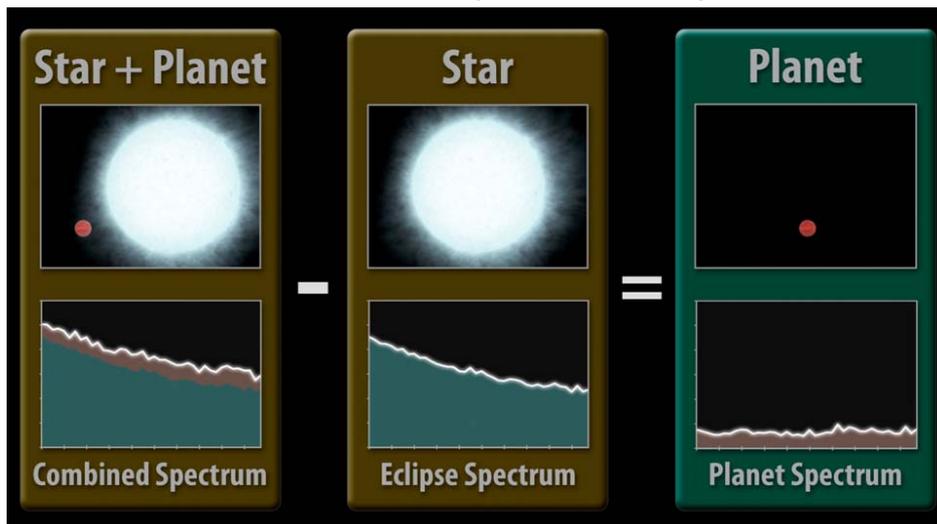
- Órbita inclinada alineada con la órbita terrestre



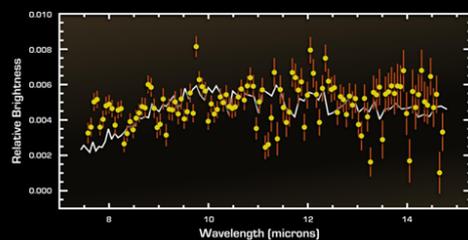
La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

# Química y Astrofísica

- Aislamiento del espectro IR del planeta

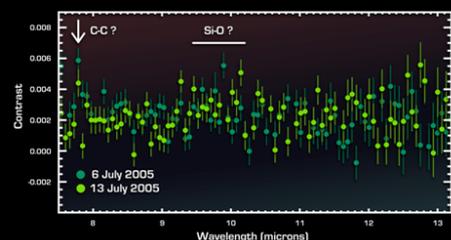


- Resultado



Infrared Spectrum of HD 189733b  
NASA / JPL-Caltech / G. J. Grillmair (SSC/Caltech)

Spitzer Space Telescope • IRS  
iss2007-04c



Infrared Spectrum of HD 209458b  
NASA / JPL-Caltech / J. Richardson (Goddard Space Flight Center)

Spitzer Space Telescope • IRS  
iss2007-04a

# Astrofísica: Hallazgo de fullerenos en el espacio

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

 Informativostelecinco.com

## Hallan 'bolas de carbón' en el espacio

Son las moléculas más grandes descubiertas en el universo

23.07.10 | 11:06 h. INFORMATIVOS TELECINCO

Los científicos han descubierto las moléculas más grandes jamás vistas en el espacio. Estas moléculas, a las que se les ha dado el nombre de 'buckyballs', se han descubierto en una nube de polvo cósmico que rodea una estrella lejana.

Las moléculas con forma de 'pelota' son las más grandes descubiertas en el espacio. Foto: NASA

Las moléculas, de forma más o menos esférica, consisten en un 'tercer tipo de carbón', después del grafito y el diamante. Aunque estos dos últimos aparecen de forma habitual en la Tierra, las 'buckyballs' sólo han podido crearse en laboratorios y nunca se había probado que existieran en algún otro lugar.

Según la BBC, un grupo de investigadores usó un telescopio de infrarrojos perteneciente a la NASA para descubrir estas bolas de carbón en el espacio. Buscaban otra cosa cuando hallaron la señal de infrarrojos de unos grandes objetos que resultaron ser las bolas de carbón. La señal procedía de una estrella en el hemisferio sur de la constelación de Ara, a 6.500 años luz.

Las 'buckyballs' son moléculas hechas de 60 átomos de carbón unidas en una esfera. Su nombre es un homenaje a Richard Buckminster Fuller (1895-1983), que, entre otras cosas, creó diseños arquitectónicos como la cúpula geodésica. Fue arquitecto, escritor, diseñador, inventor y futurólogo. Publicó más de 30 libros y popularizó términos como 'sinergia' o 'nave espacial Tierra'

Sir Harry Kroto, que compartió el Premio Nobel de Química en 1996 por el descubrimiento de las 'buckyballs', ha indicado a la BBC que "todo el carbón en nuestro cuerpo procede de polvo de estrellas, por lo que alguna vez algo de ese carbón pudo haber tenido forma de buckyballs".

Los investigadores, dirigidos por Jan Cami de la Universidad de Western Ontario en Canadá, han publicado sus descubrimientos en la revista Science.

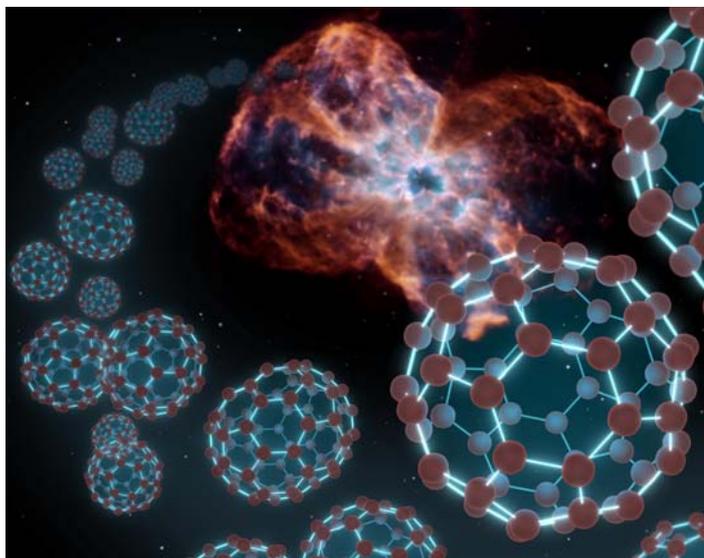
La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

## Fullerenos en el espacio



NEWS & FEATURES

### NASA Telescope Finds Elusive Buckyballs in Space for First Time



July 22, 2010

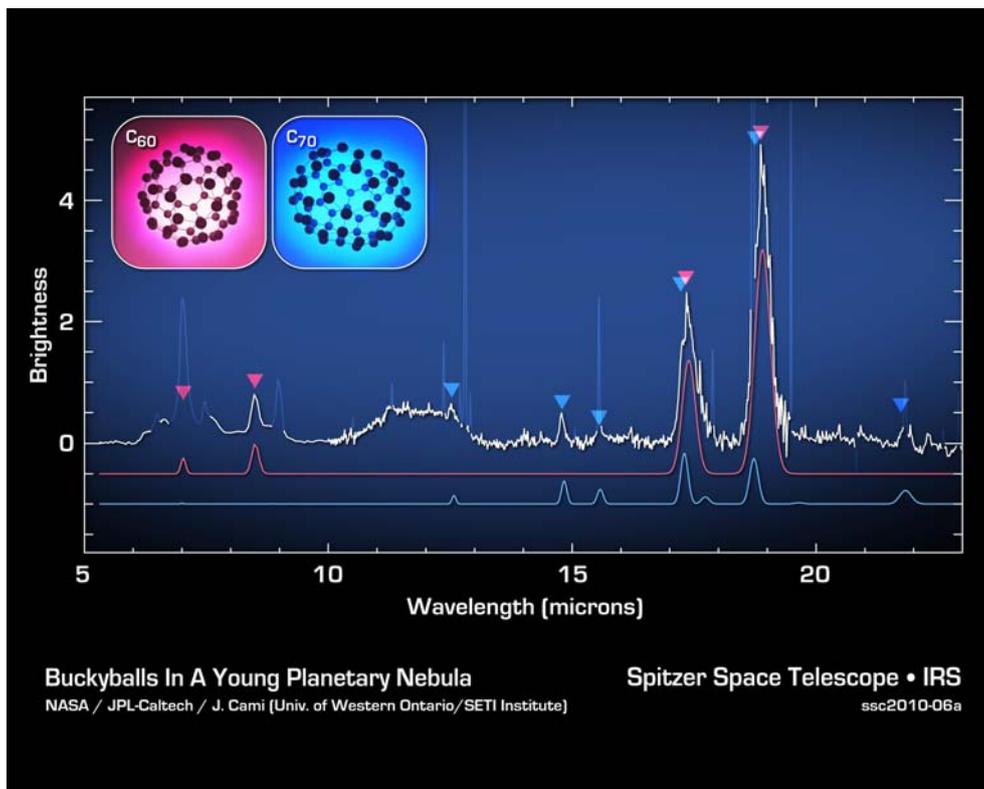
PASADENA, Calif. - Astronomers using NASA's Spitzer Space Telescope have discovered carbon molecules, known as "buckyballs," in space for the first time. Buckyballs are soccer-ball-shaped molecules that were first observed in a laboratory 25 years ago.

They are named for their resemblance to architect Buckminster Fuller's geodesic domes, which have interlocking circles on the surface of a partial sphere. Buckyballs were thought to float around in space, but had escaped detection until now.

"We found what are now the largest molecules known to exist in space," said astronomer Jan Cami of the University of Western Ontario, Canada, and the SETI Institute in Mountain View, Calif. "We are particularly excited because they have unique properties that make them important players for all sorts of physical and chemical processes going on in space." Cami has authored a paper about the discovery that will appear online Thursday in the journal Science.

# Fullerenos en el espacio

## ● Espectros de IR del C<sub>60</sub> y C<sub>70</sub>



# Fullerenos en el espacio

## Hay muchos balones de fútbol ahí fuera

EL PAÍS.com |

Astrofísicos españoles encuentran fulerenos alrededor de tres nebulosas planetarias

EL PAÍS - Madrid - 30/10/2010

Millones de diminutos fulerenos (moléculas de carbono con forma de balón de fútbol) flotan en el espacio exterior. Los investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) Aníbal García-Hernández y Arturo Manchado han liderado el equipo internacional de astrónomos que ha detectado enormes cantidades de las llamadas *buckyesferas* en el espacio. Gracias al telescopio espacial *Spitzer*, de la NASA, los investigadores han encontrado estas moléculas, las más grandes conocidas en el espacio, en torno a los restos de tres estrellas en la Vía Láctea y en otra galaxia cercana.

...

Estas moléculas fueron descubiertas en un laboratorio terrestre hace 25 años, hazaña que les valió el premio Nobel de Química de 1996 a los químicos Harry Kroto y Richard Smalley. Sin embargo, hasta el pasado julio no se consiguió detectar pruebas de su existencia en el espacio, también con el *Spitzer*. En ese momento, los investigadores responsables del descubrimiento pensaron que la presencia de estas esferas, debía ser un fenómeno excepcional y aislado.

Al contrario de lo que se creía, como señala García-Hernández: "Ahora sabemos que los fulerenos y el hidrógeno coexisten en las nebulosas planetarias, lo que tiene importantes implicaciones en el mecanismo de formación y la química de estas enormes moléculas orgánicas".

Además de en nuestra galaxia, los astrónomos también encontraron estas moléculas en una nebulosa planetaria de una galaxia cercana llamada Nube Pequeña de Magallanes. Este hallazgo supone la primera detección extragaláctica de estas moléculas y, como la distancia a esta galaxia es conocida con exactitud, se puede calcular la cantidad de fulerenos: el 18% de la masa de la Tierra, o 15 veces la masa de la Luna.

...

# Materiales: Química, Física e Ingeniería

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

## Materiales compuestos (COMPOSITES)



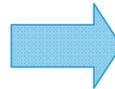
MATRIZ POLIMÉRICA  
(epoxi, poliéster, viniléster)  
+  
FIBRA

### Fibra de vidrio



### PROPIEDADES

- Elevada resistencia
- Bajo peso
- Muy duraderos
- Alternativa al hormigón armado y el acero



Aplicaciones en  
Ingeniería y  
Construcción

## Construcciones novedosas

La relación de la Química con otras disciplinas científicas y tecnológicas.  
Aplicaciones en ingeniería

### ● San Diego (EE.UU.)



### ● Friedberg (Alemania)



### ● Asturias (España)



# Química e Ingeniería

## Comunidad de Madrid (M-111)

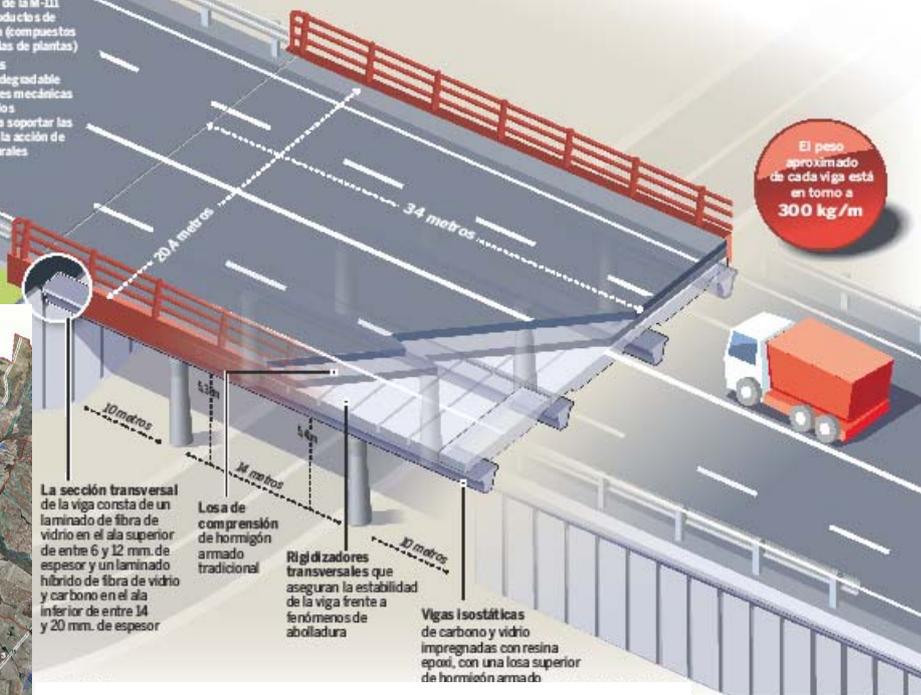
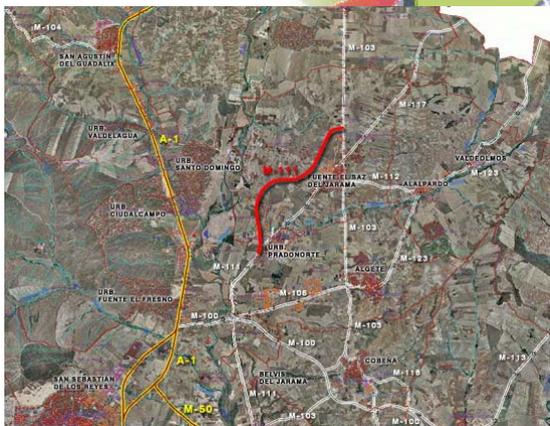
### Cómo se hizo la M-111

La carretera que conecta Barajas con la localidad de Fuente El Saz se sitúa a la cabeza de la innovación constructiva gracias al uso de nuevos materiales que sustituyen el hormigón

**Suelos enriquecidos**  
En la construcción de la M-111 se han utilizado productos de naturaleza enzimática (compuestos por moléculas derivadas de plantas)

**Ventajas**  
Es un producto biodegradable  
Mejora las propiedades mecánicas de los suelos  
Mayor capacidad para soportar las cargas del tráfico y la acción de agentes naturales

El peso aproximado de cada viga está en torno a 300 kg/m



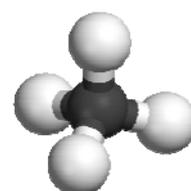
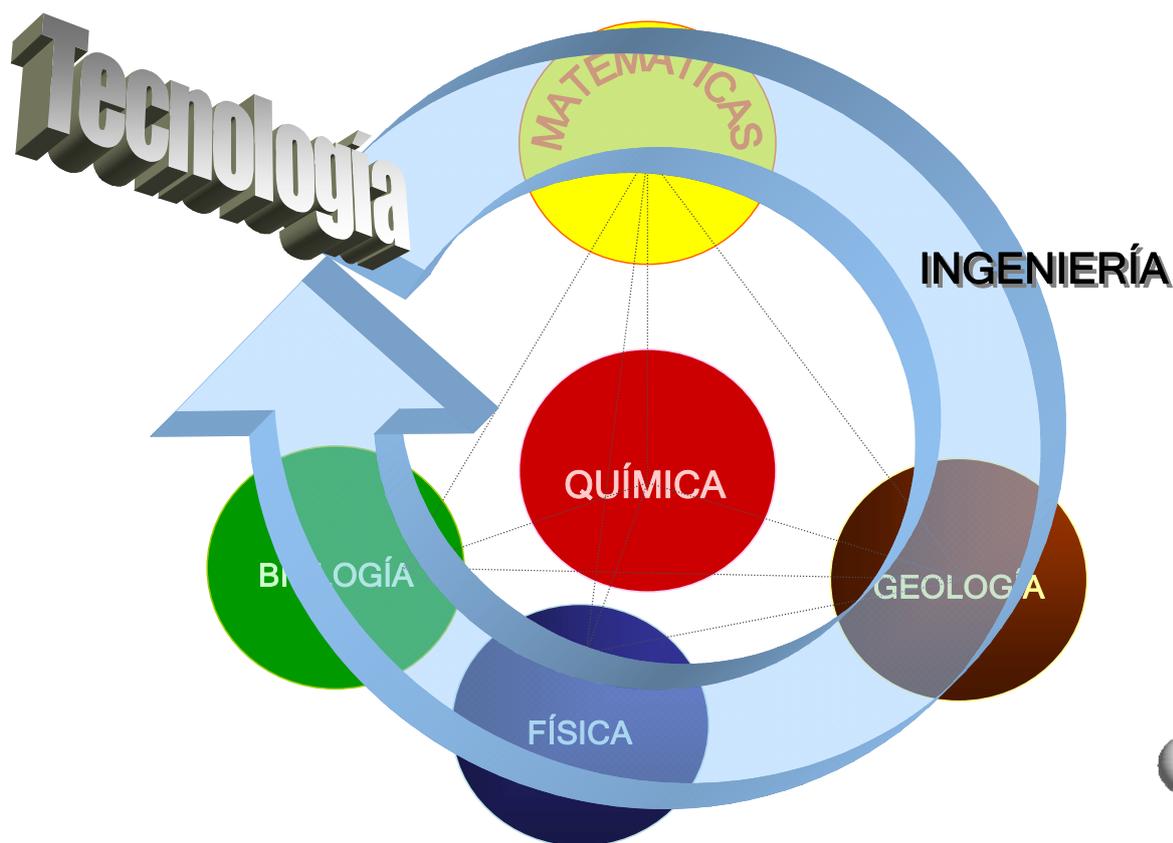
La sección transversal de la viga consta de un laminado de fibra de vidrio en el ala superior de entre 6 y 12 mm. de espesor y un laminado híbrido de fibra de vidrio y carbono en el ala inferior de entre 14 y 20 mm. de espesor

Los de compresión de hormigón armado tradicional

Rigidoizadores transversales que aseguran la estabilidad de la viga frente a fenómenos de abolladura

Vigas isostáticas de carbono y vidrio impregnadas con resina epoxi, con una losa superior de hormigón armado

# Aunando esfuerzos



Gracias por vuestra atención



Fundación **BBVA**

## II CURSO DE DIVULGACIÓN "LOS AVANCES DE LA QUÍMICA Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD"



**UNGRIA**® PATENTES Y MARCAS.  
FUNDADA EN 1891.

**Q**  
FORO  
QUÍMICA y SOCIEDAD  
[www.quimicaysociedad.org](http://www.quimicaysociedad.org)