

**2**

**2019**

# PERSONAJES

Las tres generaciones de la materia				
	I	II	III	Fuerzas
Masa	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
Carga	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
Spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Nombre	<b>u</b> arriba	<b>c</b> encanto	<b>t</b> cima	<b><math>\gamma</math></b> fotón <small>(electromagnetismo)</small>
Quarks	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b>d</b> abajo	<b>s</b> extraño	<b>b</b> fondo	<b>g</b> gluón <small>(cromática?)</small>
Leptones	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b><math>\nu_e</math></b> electrón neutrino	<b><math>\nu_\mu</math></b> muón neutrino	<b><math>\nu_\tau</math></b> tau neutrino	<b>Z</b> bosón Z <small>(fuerza débil)</small>
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	$\pm 1$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b>e</b> electrón	<b><math>\mu</math></b> muón	<b><math>\tau</math></b> tau	<b><math>W^\pm</math></b> bosón W <small>(fuerza débil)</small>
				<b>Bosones</b>

# FISICA

## EVOLUCION

● MECANICA CLASICA (NEWTON)

↓  $v \sim c$  ;  $E = mc^2$

● MECANICA RELATIVISTA (EINSTEIN)

↓  $a_3 \sim 10^{-8} \text{ cm}$

● MECANICA CUANTICA (SCHRÖDINGER)

PERO

NEWTON SIGUE VALIDO A

SU ESCALA (HOMBRE)



TECNOLOGIA



HAY REFINAMIENTO (NO SUSTITUCION TOTAL)

LA CIENCIA TIENE INCORPORADO EL  
MECANISMO DE CORRECCION DE ERRORES

ACERCAMIENTO A LA "VERDAD"

ASINTOTICO



IDEAL DEL CONOCIMIENTO

- ESCALONES RECORRIDOS POR LA QUIMICA Y POR LA FISICA A BASE DE ENERGIA

- INTENSIDAD DE UNION QUE LIGA MOLECULAS QUE LIGA ATOMOS, QUE LIGA NUCLEOS, QUE LIGA NUCLEONES, QUE LIGA QUARKS,...

ES CRECIENTE



CONCEPTO DE ENERGIA DE LIGADURA

# COMO OBSERVAR EL MICROMUNDO

~~OPTICA~~ : ?

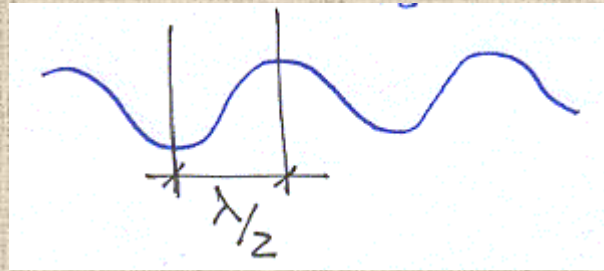
- WPA  $\Rightarrow$  8-10 AUMENTOS
- MICROSCOPIO  $\Rightarrow$  LIMITACION

\* PODER RESOLVIMIENTO \*

UNA ONDA NO PUEDE DISTINGUIR  $d \lesssim \frac{\lambda}{2}$



John William Strutt, Lord Rayleigh



LUZ VISIBLE (BANDA)  $\equiv 5000 \text{ \AA} = 0,00005 \text{ cm}$

MEJORAR LA "LUPA"  $\Rightarrow$  DISMINUIR  $\lambda$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$E = h \cdot \nu$$

CUANTICA

$$\lambda \sim \frac{1}{E}$$

AUMENTAR LA ENERGIA!

\* ENERGIA SE USA MEDIR EN eV (ELECTRON-VOLT)  
( $kT_{e-6} \sim \frac{1}{20} \text{ eV}$ )

- ALGUNOS eV : ROMPE LA MOLECULA EN ATOMOS
- MILIONES DE eV : ROMPE EL NUCLEO EN NUCLEONES
- MILES DE MILIONES DE eV : PAA MIRAR DENTRO DEL PROTON



## \* FUNDAMENTAL LA CONCENTRACION DE ENERGIA



CALOR SOL EN LAGO  $\gg$  CALOR LLAMA DE VELA

UN HUEVO NO SE COCINA EN UN LAGO



SI CON UNA VELA (CONCENTRADO)

LUZ SOLAR CONCENTRADA POR LUPA QUEMA PAPEL



ACELERADORES HOY : e : 100 GeV =  $10^{11}$  eV  
p : 7 TeV =  $7 \times 10^{12}$  eV

↓  
POSIBLE "OBSERVAR" :  $d \leq 10^{-18}$  m

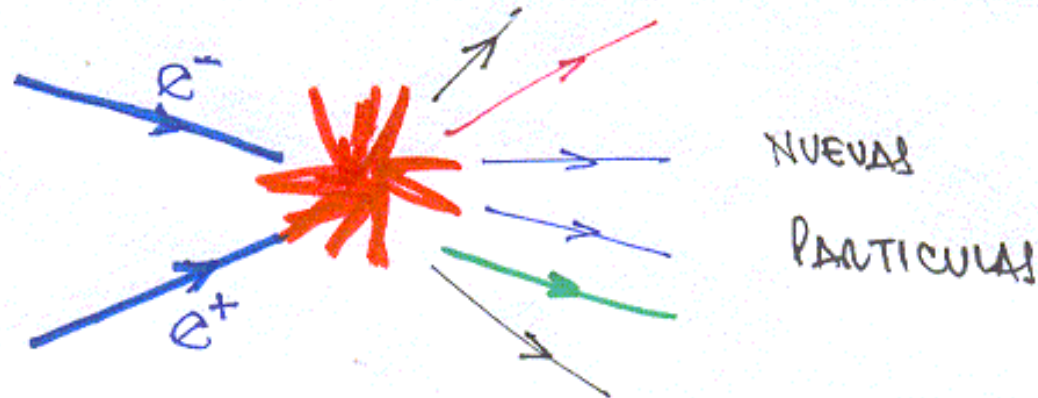
$$* d = \frac{\phi_{\text{ATOMO}}}{100.000.000} !$$

$$E = mc^2$$

ENERGIA =  $\left\{ \begin{array}{l} \text{MATERIA} \\ + \\ \text{ANTIMATERIA} \end{array} \right.$

(NO ROTULOS vs "VIRTUDES"  $\equiv$  CARGAS)

(ANTIMATERIA EN LOS LABS)

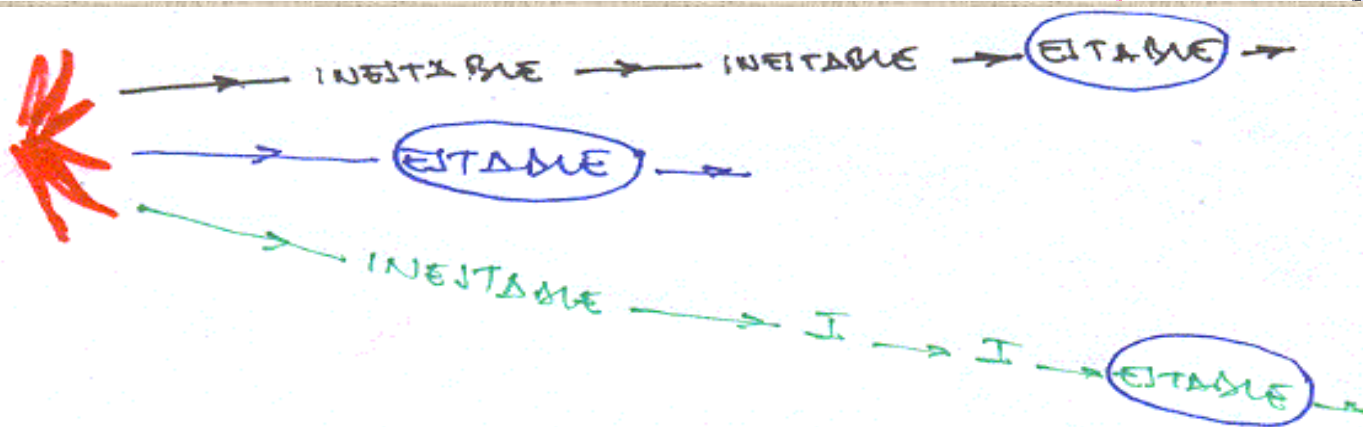


LA GRAN MAYORÍA DE  
LAS PARTÍCULAS PRODUCIDAS } INESTABLES

SE "EVAPORAN" CASI DE INMEDIATO  
Y SE TRANSFORMAN EN ENERGÍA  
Y/O EN OTRAS PARTÍCULAS

$$\tau = 10^{-23} \text{ seg}$$

\* HASTA QUE QUEDAN SOLO ESTABLES \*



MATERIA ESTABLE

COMUESTA DE ELECTRONES, PROTONES y NEUTRONES

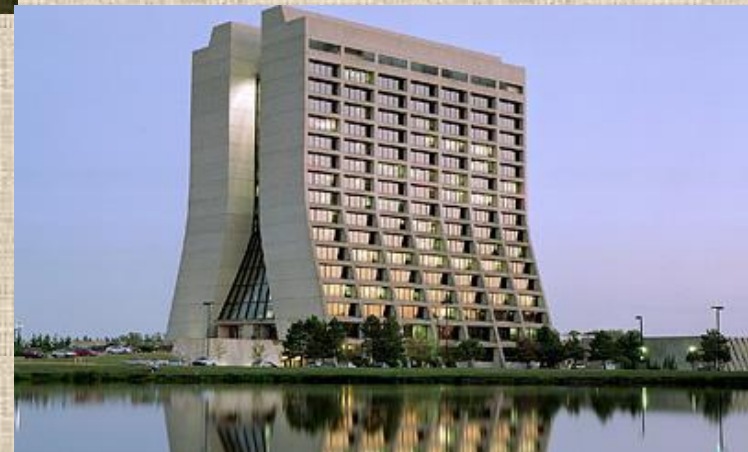
# CERN GINEBRA

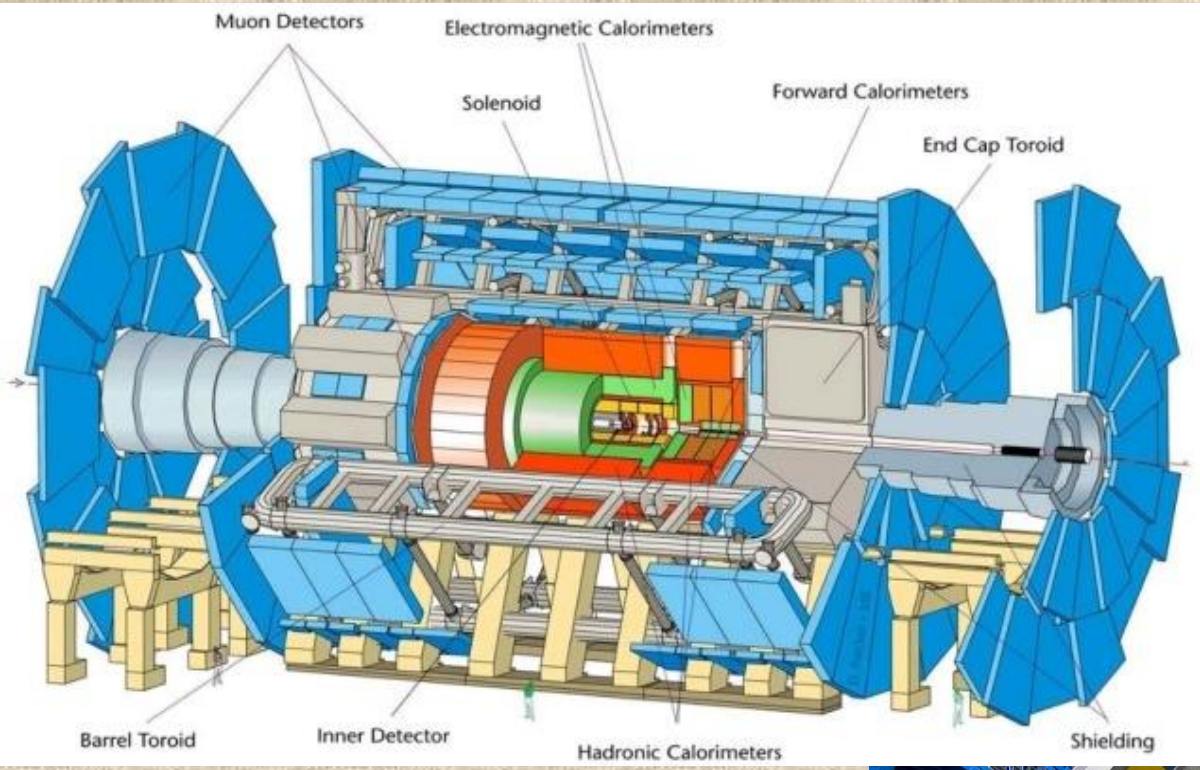




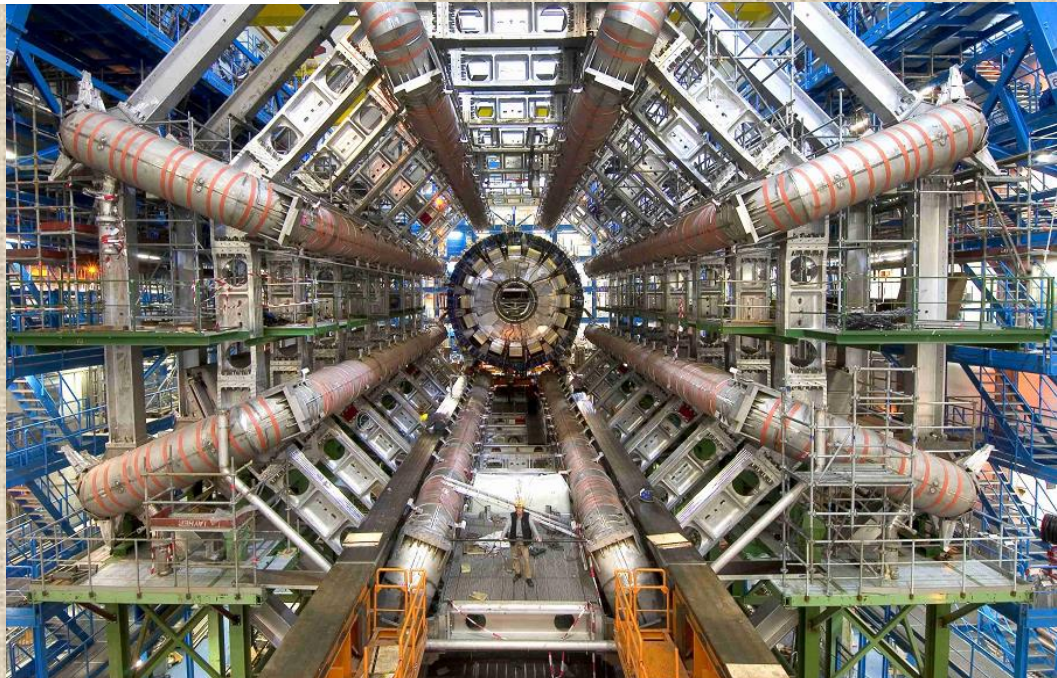
# **FERMILAB**

## **CHICAGO**





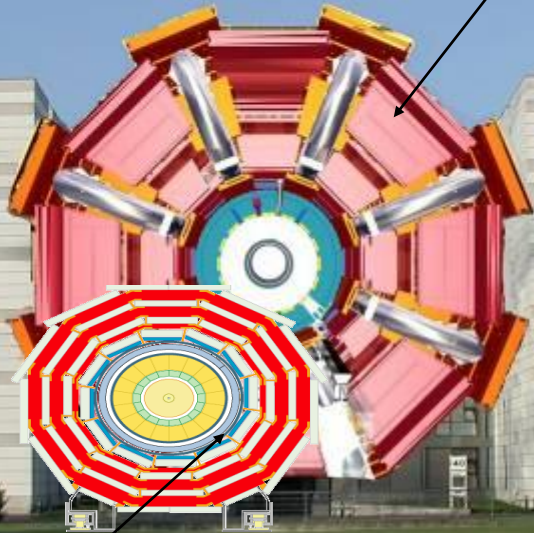
# DETECTOR ATLAS



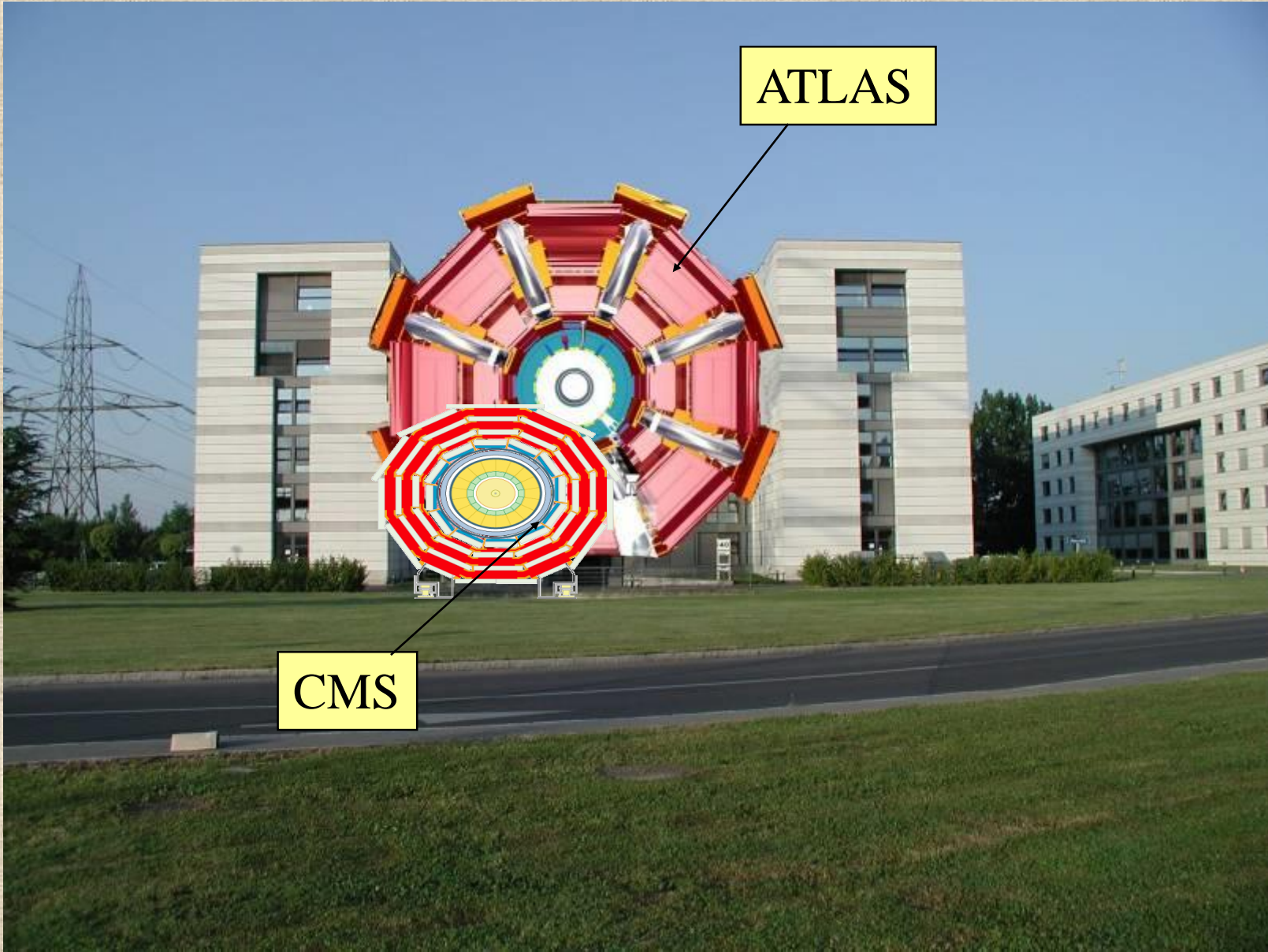


**EDIFICIO LHC**

ATLAS



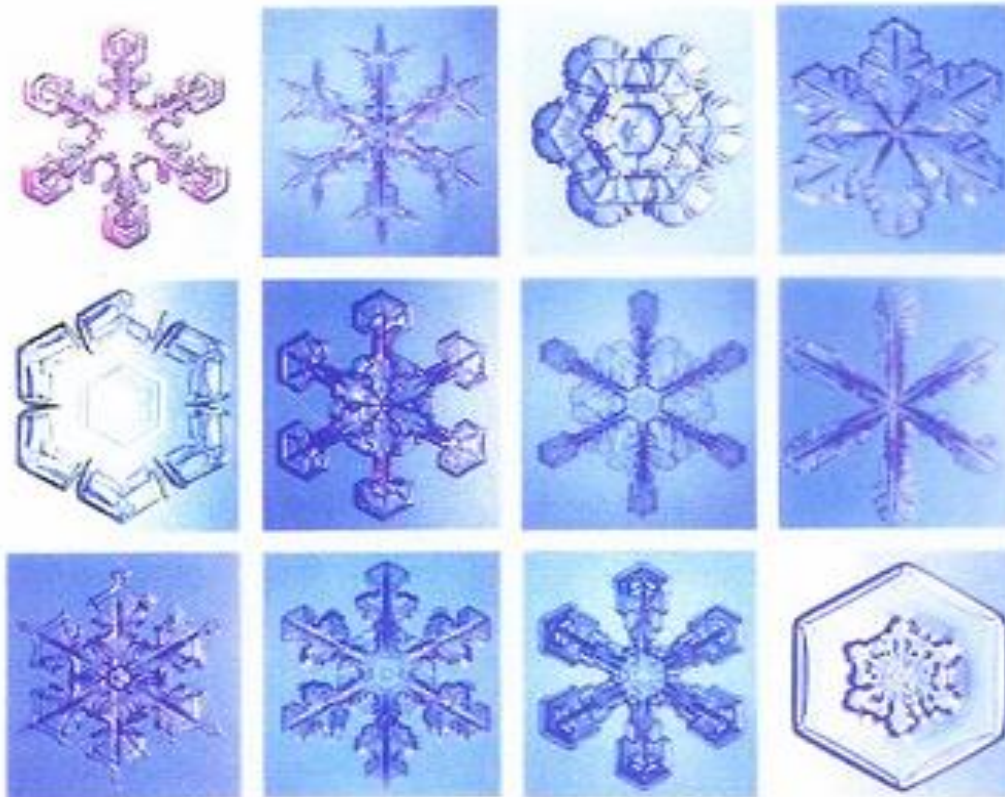
CMS





¿ Y LA TEORIA?

# SIMETRIA



" AS FAR AS I SEE, ALL A PRIORI STATEMENTS  
IN PHYSICS HAVE THEIR ORIGIN IN

SYMMETRY"

HERMANN WEYL DIXIT

✖ CONSIDERACIONES BASADAS EN SIMETRIAS

DOMINAN LA FISICA FUNDAMENTAL CONTEMPORANEA ✖

● EN LA TEORIA CUANTICA

● EN RELATIVIDAD

- SIMETRIAS DE GAUGE
- IDENTIDAD CUANTICA DE LAS PARTICULAS (SIMETRIAS DE PERMUTACION)
- SIMETRIA DE PARIDAD (VIOLACION)
- SIMETRIA LORENTZ
- SIMETRIA CP (VIOLACION)
- SIMETRIA CPT
- ⋮

EINSTEIN : 1905 : TEORÍA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

WIGNER DIXIT:

EL TRABAJO DE EINSTEIN MARCA LA INVERSIÓN DE UNA TENDENCIA: ANTERIORMENTE LOS PRINCIPIOS DE INVARIANCIA SE OBTENIAN A PARTIR DE LAS LEYES DE MOVIMIENTO. AHORA ES NATURAL PARA NOSOTROS OBTENER LAS LEYES DE LA NATURALEZA Y TESTEAR SU VALIDEZ POR MEDIO DE LAS LEYES DE INVARIANCIA

# SIMETRIA

- MARCO PARA LA ESTRUCTURA TEORICA
- PERMITE EL TRATAMIENTO UNIFICADO DE LAS DIFERENTES INTERACCIONES

## SIMETRIA:

NECESIDAD CULTURAL PRIMARIA →

BASE DE LA COMPRESION DE LAS FUERZAS

LA SIMETRIA DETERMINA LA DINAMICA

SIMETRIA DE GAUGE

AMAMOS LA SIMETRIA

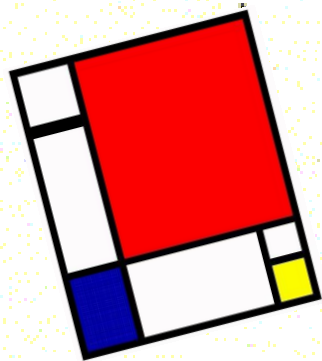
NATURALEZA AMA LA SIMETRIA

AMAMOS LA SIMETRIA

(NUESTRO MODELO DE LA)

NATURALEZA AMA LA SIMETRIA



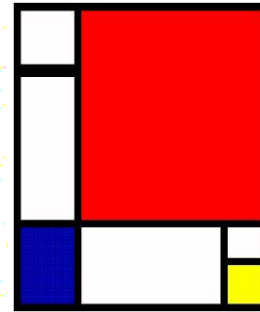


(ROTA)

ACCION COMPULSIVA



FUERZAS



(RESTAURADA)

SIMETRIA AXIAL

FUERZAS  
FUNDAMENTALES



SIMETRIA  
FUNDAMENTAL

SIMETRIA DE GAUGE

HOY - FISICA - HOY

~~MATERIA~~

~~(PARTICULAS ELEMENTALES)~~

~~(INTERACCIONES)~~

SIMETRIAS

FUNDAMENTALES

VIDA DIARIA

— SIMETRIA ≡ ARMONIA —

\* SIMETRIA BILATERAL \*

(DERECHA - IZQUIERDA)



• PLANO DE SIMETRIA •



Contrapunctus XVIII

The image shows a musical score for Contrapunctus XVIII by J.S. Bach. It consists of two systems of staves. The first system is labeled 'rectus' and the second system is labeled 'inversus'. Each system has five staves: Treble Clef, Alto Clef, Tenor Clef, Bass Clef, and a fifth staff. The music is in G major and 3/4 time. The 'rectus' system shows a complex polyphonic texture with multiple voices. The 'inversus' system shows the same piece inverted, with the bass line of the 'rectus' system becoming the treble line and vice versa.

J. S. Bach, *Contrapunctus XVIII*

The image shows a musical score for Microcosmos by B. Bartók. It consists of two systems of staves. Each system has two staves: Treble Clef and Bass Clef. The music is in 3/8 time and features a complex, rhythmic texture with many sixteenth and thirty-second notes. The first system has a tempo marking of '♩ = 180'. The second system continues the piece with similar rhythmic complexity.

B. Bartók, *Microcosmos*

<https://www.youtube.com/watch?v=xUHQ2ybTejU>

# SIMETRIAS GEOMETRICAS

DE LAS FORMAS DE LOS  
OBJETOS  
EN EL ESPACIO

ISOMETRIA QUE LLEVA AL OBJETO  
A UNO INDISTINGUIBLE DE SI MISMO:

- INVARIANZA •

# SIMETRIAS FISICAS

DE LAS LEYES DE LA  
NATURALEZA

OPERACION QUE NO PROVOCA CAMBIOS A LA  
REPRESENTACION FORMAL DE UNA LEY

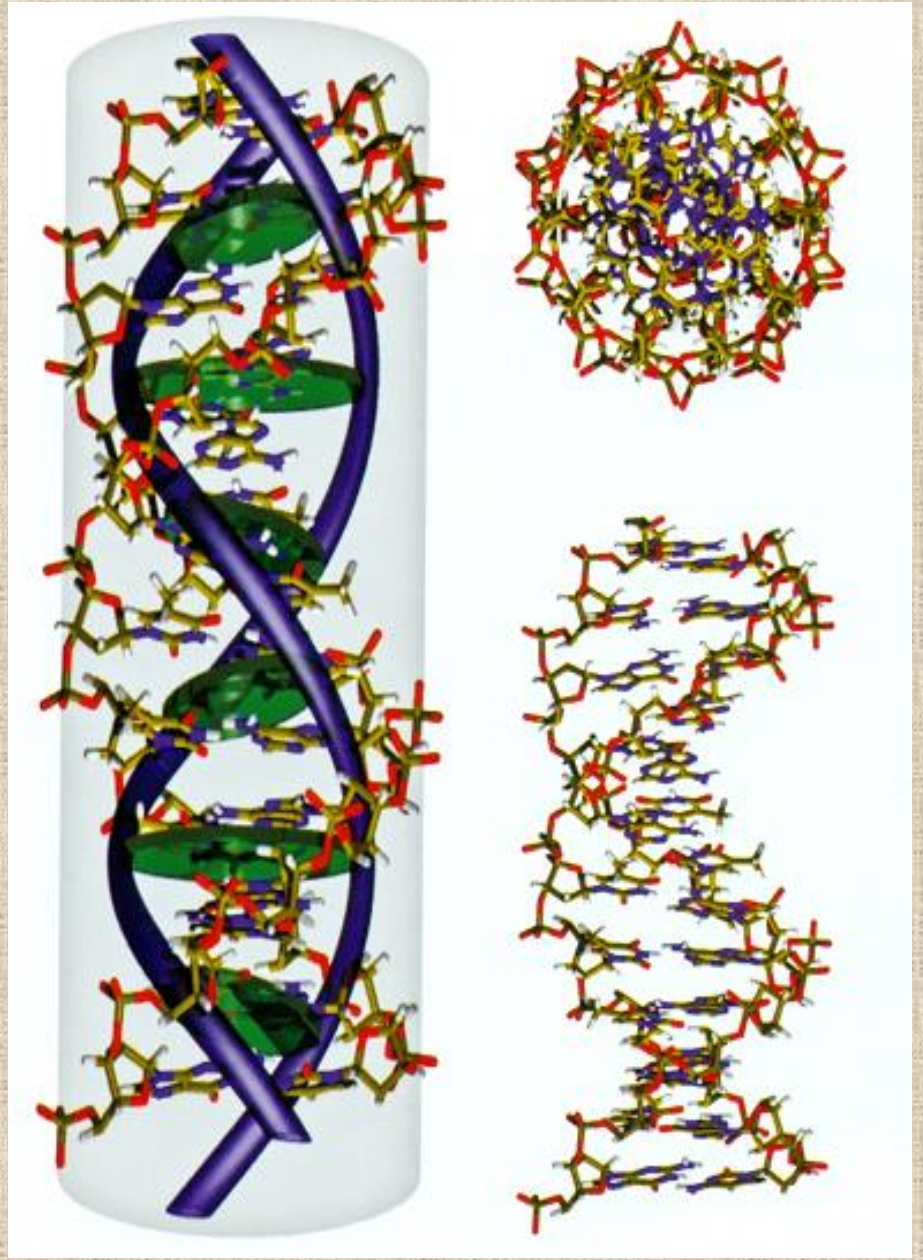
- COVARIANZA •

FRENTE A CAMBIOS DE LAS VARIABLES  
DINAMICAS Y/O COORDENADAS









# SIMETRIAS EN LA FISICA

## CLASIFICACION

\* GEOMETRICAS: OPERAN SOBRE  
(ESPACIO-TEMPORALES) LAS COORDENADAS  
ESPACIO-TIEMPO

- SITUACIONES DE OBSERVACION -

\* INTERNAS: OPERAN SOBRE  
LAS VARIABLES  
DINAMICAS O LOS  
OPERADORES

- CONDICIONES DE LOS OBSERVABLES -

↳ SIN INTERVENCION  
DEL ESPACIO-TIEMPO: globales

↳ PARAMETROS CON  
CONEXION CON LAS  
COORDENADAS: LOCALES

(GAUGE)

SIMETRIA



LEYES DE CONSERVACION

$$(\dot{A} = 0)$$



NO OBSERVABILIDAD



# PRINCIPIO DE SIMETRIA

## TRES ASPECTOS

- INVARIANZA FRENTE A UNA TRANSFORMACION
- NO-OBSERVABLE
- LEY DE CONSERVACION



VIOLACION DE SIMETRIAS INDUCE  
LA NO-OBSERVABILIDAD DE UN  
NO-OBSERVABLE CORRESPONDIENTE  
A LA SIMETRIA EXACTA

(EL LADO IZQUIERDO ES EL LADO DEL CORAZON)

OBSECVABILIDAD DE (EX-)NO OBSECVABLES

DIFICIL

LAS VIOLACIONES DE SIMETRIAS DEBEN SER PEQUEÑAS

(SI NO YA HUBIEREN SIDO OBSERVADOS LOS NO-OBSECVABLES ...)

ARMONIA (Y BELLEZA) DE LA  
SIMETRIA : SIEMPRE POTENCIADA  
POR LA PRESENCIA DE UN PEQUEÑO  
GRADO DE ASIMETRIA

LA NATURALEZA TIENE UNA  
PREFERENCIA SIMILAR POR  
PEQUEÑAS VIOLACIONES DE SIMETRIA.

THOMAS HANN "LA MONTAÑA MÁGICA": (1924)

UNA CISTERNAL DEGRUTA DE LOS COLOS DE NIEVE ...

" Y ENTRE LAS MURADAS DE ESTRELLAS MÁGICAS -  
FLOJOFA - EN SU INEFECTABLE ESPLENDOR  
SACRADO, INVISIBLE Y EN MODO ALGUNO  
DESTINADO A LA MIRADA HUMANA, NINGUNA  
ERA SEMEJANTE A LA OTRA. UN MODO  
INFINITO DE INVENTOS EN LA TRANSFORMACIÓN  
Y EL DESARROLLO DEFINIDO DE UN SOLO Y  
MISMO TEMA FUNDAMENTAL, EL HEXAGONO  
DE LADOS Y ANGULOS IGUALES ACUMULADA ALLI;  
PERO, EN SUS MURAS, CADA UNO DE ESOS FINOS  
PRODUCTOS ERA DE UNA UNIFORMIDAD ABSOLUTA  
Y DE UNA REGULARIDAD GLACIAL Y PRECISAMENTE  
EN ESTO ESTABA LO INQUIETANTE, LO ANTI-  
QUÍMICO Y LO HOSTIL A LA VIDA. ESTAS

DE MODO REGULARES, LA SUSTANCIA ORGANIZADA  
NO LLEGABA JAMAS A ESTE GRADO, LA VIDA  
DEPUES UNA PRECISION TAN EXACTA QUE  
JUZGADA MORTAL, ERA EL MISTERO MISMO  
DE LA MUERTE ... "

## NECESIDAD ASIMETRIAS

- OBSERVAR LA BELLEZA !





SIMETRIAS

EN LA

NATURALEZA VIVA

NO SON

(EN GENERAL)

EXACTAS

NEWTON:

" LAS PARTICULAS MAS PEQUEÑAS  
DE LA MATERIA PUEDEN ADHERIRSE  
POR ATRACCIONES FUERTES PARA  
COMPONER PARTICULAS MAYORES CON  
UNA **VIRTUD** MAS DEBIL" ...  
(Y ASI SIGUIENDO)

UNICA **VIRTUD** CONOCIDA (EN LA EPOCA)

— GRAVITACIONAL —

UNIVERSAL  
(MATERIA - ENERGIA)

EINSTEIN

# \* OTRAS "VIRTUDES"

FUERTE

E. M.

DEBIL

● FUERTE : QUARKS vs. LEPTONES  
SI NO

● E. M. : CARGADAS vs. NEUTRAS  
SI NO

● DEBIL : IZQUIERDA vs. DERECHA  
SI NO

↑ ↑  
SELECTIVIDAD  
↓

CARGAS: FUERTE E.M. DEBIL

(ROTULADA y CALIFICADA)

# CARGAS

- CINEMATICA: CLASIFICAR ESTADOS DE 1 PARTICULA

(CARGA TOTAL O PARCIALMENTE CONSERVADA)

$$(\dot{q} = 0)$$

- DINAMICA: FUERZAS FISICAS  $\propto$  MAGNITUD DE LA CARGA

(EJ: EM.  $\rightarrow F_c \propto qq'$ )

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PARTICULAS

● MASA }  
● SPIN } SIMETRIAS GEOMETRICAS

● CARGAS } SIMETRIAS DE GAUGE  
(ELECTRICA)  
(ISOSPIN DEBIL)  
(COLOR)  
⋮

● NUMEROS } SIMETRIAS ADITIVAS  
(LEPTONICO L)  
(BARIONICO B)  
(EXTRAÑEZA S)

[GRUPOS  $U(1)$ ]  
[GLOBALES]

# SIMETRIAS $\equiv$ MANIFESTACIONES

¿ DE QUÉ?

- ECUACIONES DE MOVIMIENTO  
(L, H)
- CONDICIONES DE CONTORNO
- SOLUCIONES (ESTADOS)

¿ A QUÉ ESCALA?

- MICROSCOPICA
- MACROSCOPICA
- BAJAS o ALTAS E
- BAJAS o ALTAS T

¿ A QUÉ NIVEL?

- CLASICO
- CUANTICO

¿ CALIDAD?

- EXACTA
- APROXIMADA
- ROTA {
  - EXPLICITA
  - ESPONTANEA
  - ANOMALA

# ASIMETRIAS

- RUPTURA EXPLICITA:

H CONTIENE PARTE NO INVARIANTE

$$(H = H_{\text{INV}} + g H_{\text{NO-INV}})$$

- "RUPTURA" ANOMALA:

SIMETRIAS EN LA TEORIA CLASICA  
SE PIERDEN AL CUANTIFICAR

## ANOMALIAS

(PROBLEMAS CON LA RENORMALIZACION)



● RUPTURA ESPONTANEA: LATENTE

ESTADOS CUANTICOS • MENOR L - H  
(FUNDAMENTAL O VACIO) • SIMETRIA ECS, MOVIMIENTO

# SIMETRIA LATENTE

— SIMETRIA DE LAS ECUACIONES

NO SATISFECHA

POR SUS SOLUCIONES.

• APARECE ESPONTANEAMENTE  
EL FENOMENO

• LA SIMETRIA QUEDA LATENTE  
O ESCONDIRA EN LAS ECUACIONES

• HAY VARIAS SOLUCIONES  
NINGUNA SIMETRICA  
UNA VA EN OTRA POR LA OPERACION

PLATONICO: REALIDAD OBSERVADA REFLEXION  
IMPERFECTA DE "REALIDAD" MAS  
SIMETRICA (ECUACIONES)

# SIMETRIA LATENTE



## MECANISMO DE HIGGS

RUPTURA ESPONTANEA DE SIMETRIAS  
INDUCIDAS EN TEORIAS DE GAUGE

→ MASAS A  $W^\pm, Z^0, l_s, q_s$

# HIGGS

PERSONAJE FUNDAMENTAL →

PERMITE LA ADQUISICION DE MASA DE  
LAS PARTICULAS Y ALGUNOS MEDIADORES  
(LOS DEBILONES)

## **GENERADOR DE INERCIA**

MANTENIENDO LAS SIMETRIAS !

— AUN POR APARECER —

# PARIDAD

- EL ESPACIO NO TIENE  
ORIENTACION INTRINSECA



≡ SIMETRIA IZQUIERDA-DERECHA

— "METRO PATRON" = 1 m      MEDIDO I → D  
   ó      D → I

— ALICIA ES IGUAL A AMBOS LADOS DEL ESPEJO ?!

# CONJUGACION DE LA CARGA

C



¿SIGNO DE LA CARGA?

— IMPOSIBLE SABER DE QUÉ ESTAMOS HECHOS —

MECANICA CUANTICA

+

RELATIVIDAD

+

POINCARÉ

---

TODAS LAS PARTICULAS

POSEEN ANTIPARTICULAS

- IGUAL MASA - IGUAL VIDA MEDIA - CARGAS OPUESTAS



TEOREMA CPT



MATERIA

y

ANTIMATERIA

¿ POR QUÉ ESTAMOS AQUÍ ?

CP

a-

NO CP

¿ ES ESA LA RAZON ? ...

A PRIORI: NO HAY BUENAS  
RAZONES PARA QUE  
EXISTA MATERIA!

$$E = mc^2$$

$$\text{ENERGIA} = \left\{ \begin{array}{l} \text{MATERIA} \\ + \\ \text{ANTIMATERIA} \end{array} \right.$$

(NO ROTULOS vs "VIRTUDES"  $\equiv$  CARGAS)

BIG BANG



Nº PARTICULAS = Nº ANTIPARTICULAS

HOY:

SOLO MATERIA

(ANTIMATERIA EN LOS LABS)

# CAMINO A LA ASIMETRIA ESCENCIAL

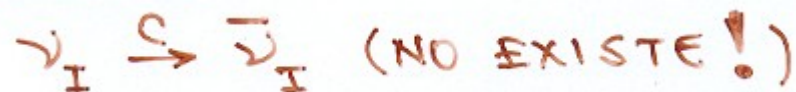
50 : INTERACCION DEBIL  
(RADIOACTIVIDAD)



● VIOLA P

MAXIMAL : TODOS LOS  $\nu_s$  IZQUIERDOS  
TODOS LOS  $\bar{\nu}_s$  DERECHOS

● VIOLA C





- DISTINGUIR IZQUIERDA - DERECHA

- DISTINGUIR MATERIA - ANTIMATERIA

PAECE ...

CONSERVARSE CP



EN UN PLANETA REFLEJADO

EN EL ESPEJO

VALEN LAS MISMAS LEYES

SI ESTE HECHO DE ANTIMATERIA

PERO ...

'64

● GRAN - CONMOCION - GRAN ●

CIERTOS DECAIMIENTOS DEL  
(EXTRAÑO) MESON K NEUTRO

ASIMETRICOS CP



VIOLACION DE CP

SOLO CPT EXACTA



DINAMICA MICROSCOPICA

(ATOMOS, MOLECULAS, ...)



DINAMICA T - SIMETRICA



( $N \rightarrow \infty$ )

EVOLUCION T-ASIMETRICA

DE LOS SISTEMAS MACROSCOPICOS

**- IRREVERSIBILIDAD -**

MICRO

vs.

MACRO

● COTIDIANO: SIMETRIA ES LA EXCEPCION

● HUEVO CASADO NO SE PUEDE EMPOLLAR



● R DISTINGUIBLE DE

R



\* NI HUEVO NI ABECEDARIO SON LEYES FUNDAMENTALES

\* KAON : DESCRIPTO POR LEYES  
FUNDAMENTALES (QUARKS)

MATERIA NO VIVA



MEZCLA RACEMICA DE MOLECULAS

(Nº D = Nº I)

MATERIA VIVA

"USA UNA SOLA MANO"

MOLECULAS HOMOQUIRALES

## • HOMO QUIRALIDAD:

- PROPIEDAD GEOMETRICA → MATEMÁTICOS COMPUESTOS DE UNIDADES QUIRALES (ENANTIOMEROS)

- QUIRAL: FORMAS NO SUPERPONIBLES SIENDO IMAGEN ESPECULAR UNA DE OTRA

LO VINO ES QUIRAL!

\* MOLECULAS VITINES SON QUIRALES

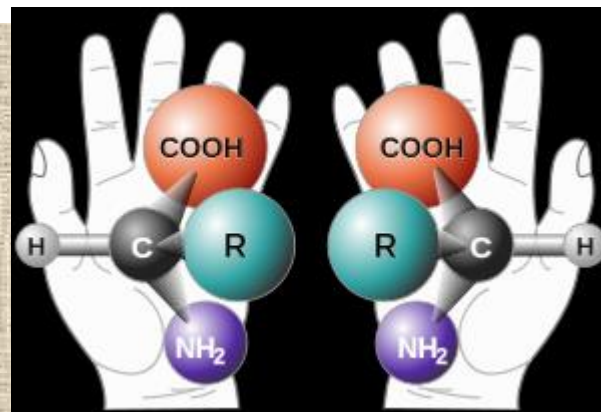
↓  
ASIMETRIA!

\* COMPORTAMIENTO FRENTE A LUZ POLARIZADA

IMPORTANCIA VITAL

DE LAS ASIMETRIAS

QUIRALIDAD



# MOLECULAS HOMOQUIRALES

• AMINOACIDOS: IZQUIERDOS !

• BASES DE NUCLEOTIDOS } : DERECHOS !  
• AZUCARES }

PROTEINAS SOLO AMINOACIDOS I  
CODIFICADOS POR DNA SOLO  
HELICOIDALES D CONTENIENDO  
SOLO AZUCARES D

# DOL QUÉ ?

## ?

- ΔZAR (+ COPIA)
- UNA MANO TIENE (TUYO) VENTAJAS
- FUERZAS FUNDAMENTALES (DEBIL ~~?~~)
- RADIAACION POLARIZADA

CUANDO ACTUA EL ELECTROMAGNETISMO  
TAMBIEN ACTUA LA FUERZA DEBIL

(DEBIL  $\sim 10^{-3}$  E.M.)  
(INTERFERENCIA  $\gamma$ - $\gamma^0$ )



● PEQUEÑA DIFERENCIA:  $E_D \neq E_I$

{ SEMILLA DE ASIMETRIA AMPLIFICADA

{ POR REACCIONES AUTOCATALITICAS

BIOLOGIA



IMPORTANCIA VITAL

DE LAS ASIMETRIAS

QUIRALIDAD

HUELLA

DE LA FISICA FUNDAMENTAL

A NIVEL

MOLECULAS BIOLÓGICAS

# ¿ ELECCION DE LA "BUENA" MANO ?

SCIENCE 5377 (31/JUL/98)

- OBSERVATORIO ANGLO-AUSTRALIAN  
DETECTÓ: RADIACION INFRARROJA  
FUERTEMENTE POLARIZADA  
PROVENIENTE DE OHMC-1 (ORION)
- INDUJO ASIMETRIA QUIRAL EN  
MOLECULAS ORGANICAS INTERESTELARES ?
- COMETAS Y/O METEORITOS LAS  
TRAJERON A LA TIERRA ?

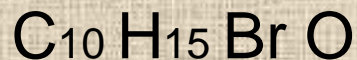
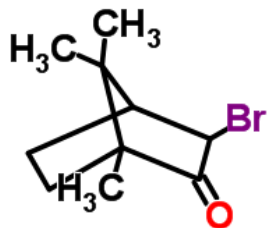
(EXCESO DE AMINOACIDOS **L** EN EL  
METEORITO "MURCHISON")

# “Chirally Sensitive Electron-Induced Molecular Breakup and the Vester-Ulbricht Hypothesis”

J. M. Dreiling and T. J. Gay

Phys. Rev. Lett. **113**, 118103 – Published 12 / 9 / 2014

We have studied dissociative electron attachment in sub-eV collisions between longitudinally polarized electrons and chiral bromocamphor molecules. For a given target enantiomer, the dissociative Br anion production depends on the helicity of the incident electrons, with an asymmetry that depends on the electron energy and is of order  $3 \times 10^{-4}$ . The existence of chiral sensitivity in a well-defined molecular breakup reaction demonstrates the viability of the Vester-Ulbricht hypothesis, namely, that the longitudinal polarization of cosmic beta radiation was responsible for the origins of biological homochirality.



"LA VIDA TAL COMO SE NOS  
MANIFIESTA ES UNA FUNCION  
DE LA ASIMETRIA DEL  
UNIVERSO Y SUS CONSECUENCIAS...  
PUEDO IMAGINAR QUE TODAS LAS  
ESPECIES VIVIENTES SON  
PRIMORDIALMENTE, EN SU  
ESTRUCTURA Y EN SU FORMA  
EXTERNA, FUNCION DE LA  
ASIMETRIA COSMICA"

L. PASTEUR  
(CIRCA 1880)

**[cgarciacanal@fisica.unlp.edu.ar](mailto:cgarciacanal@fisica.unlp.edu.ar)**