

VALE, MUY BONITO PERO Y... ¿AHORA QUÉ?

El CERN y la formación del profesorado (y el alumnado):

**La física de partículas en secundaria
¿Se puede? ¿se debe?**

Francisco Barradas Solas

Innovación y Formación del Profesorado

Consejería de Educación - Comunidad de Madrid

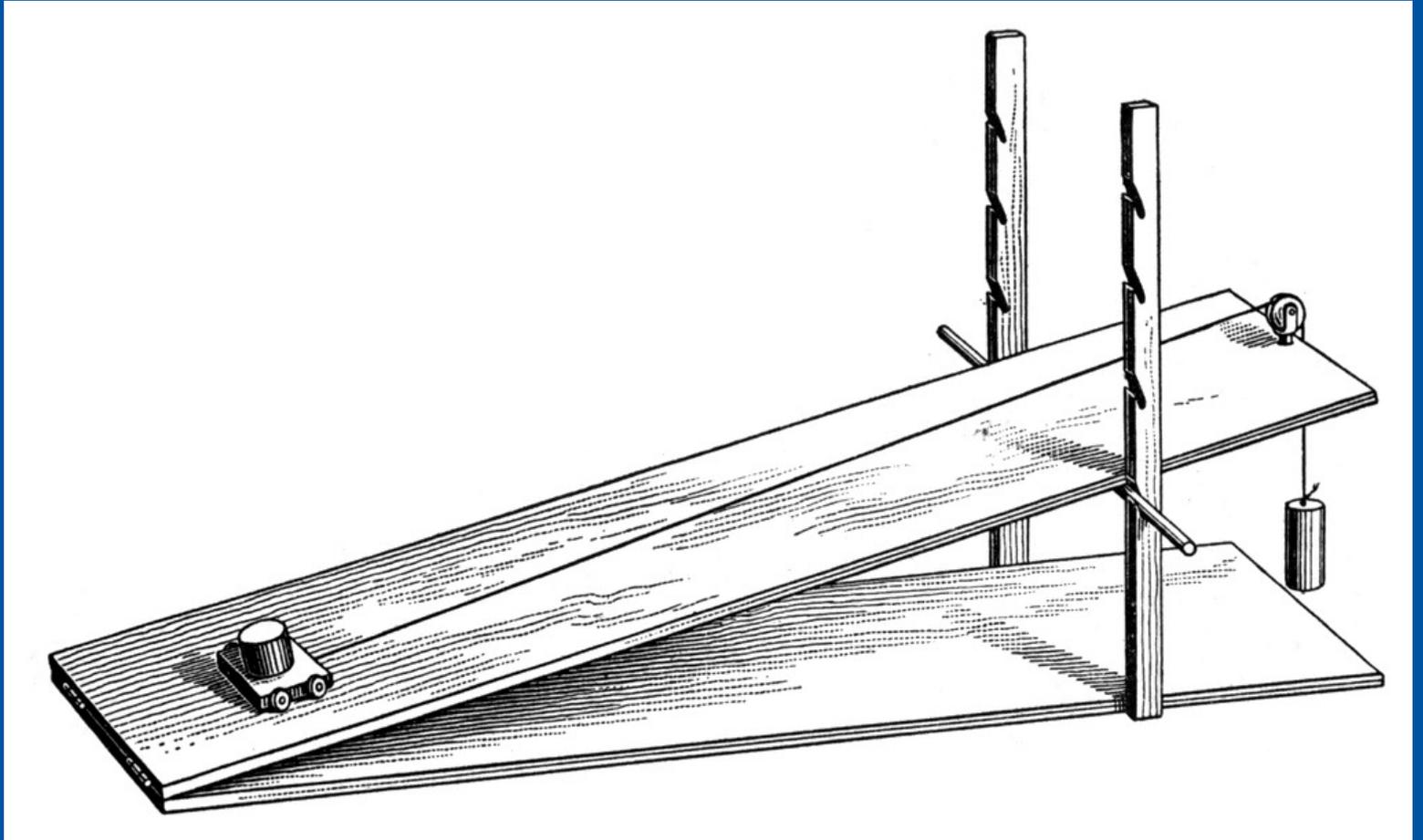
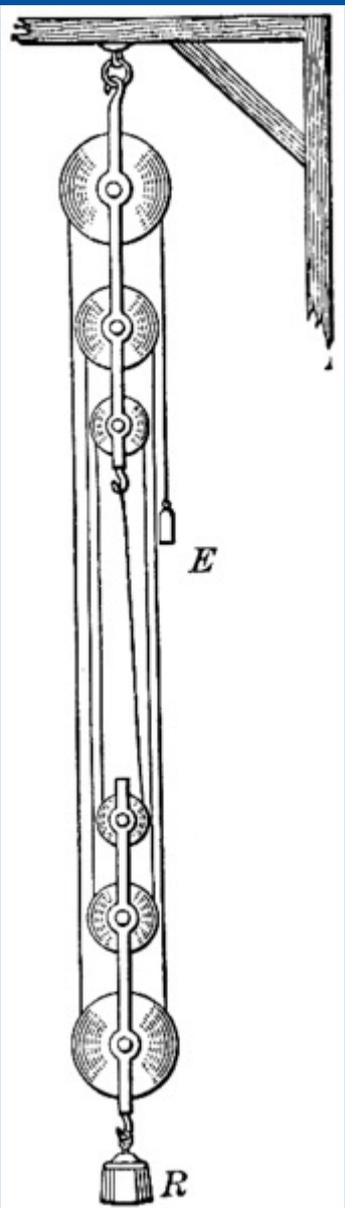
Coordinador del Programa español para profesores del CERN

FÍSICA DE PARTÍCULAS

(Y COSMOLOGÍA, Y ONDAS
GRAVITACIONALES...)

EN EL AULA

¿SE PUEDE? ¿SE DEBE?



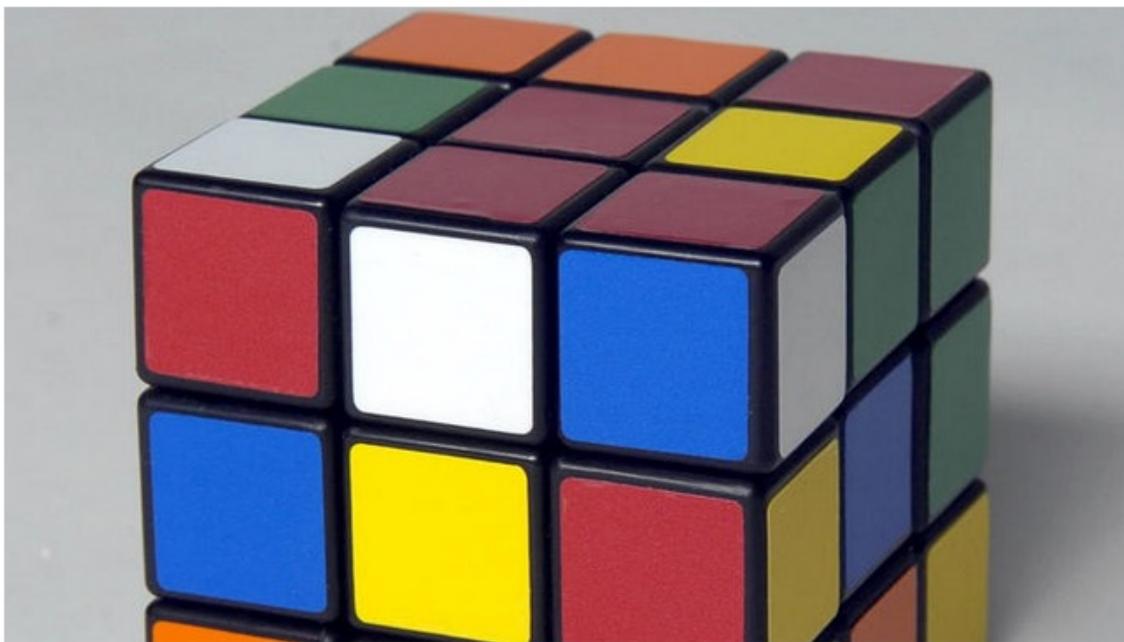
What if you had to take an art class in which you were taught only how to paint a fence, but were never shown the paintings of van Gogh or Picasso?

Alas, this is how math is taught, and so for most of us it becomes the intellectual equivalent of watching paint dry.

Ed Frenkel



How our 1,000-year-old math curriculum cheats America's kids



Ed Frenkel

You can use a Rubik's Cube to explain symmetry groups: Every rotation of the cube is a "symmetry," and these combine into what mathematicians call a group. (Jeffrey F. Bill / The Baltimore Sun)

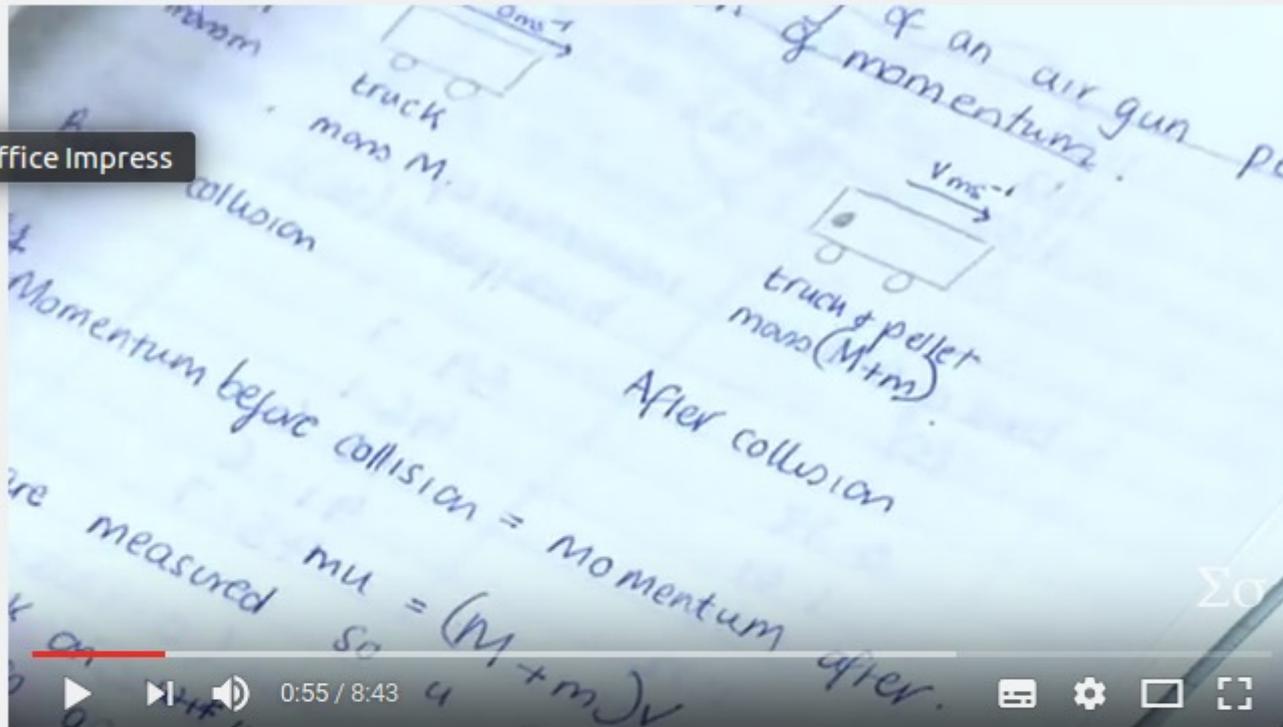
By **Edward Frenkel**

MARCH 2, 2014

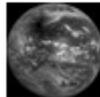
Imagine you had to take an art class in which you were taught how to paint a fence or a wall, but you were never shown the paintings of the great masters, and you weren't even told that such paintings existed. Pretty soon you'd be asking, why study art?

That's absurd, of course, but it's surprisingly close to the way we teach children

ibreOffice Impress



Problems with High School Physics - Sixty Symbols



Sixty Symbols ✓

Suscribirse 644 K

594.500 visualizaciones

+ Añadir a ➦ Compartir ... Más

👍 12.451 🗨️ 130

Publicado el 11 nov. 2012

Minute Physics video at: <http://youtu.be/BGL22PTIOAM>

More from Ed, Phil and Tony's interviews at: <http://bit.ly/SO4Hrh>

<https://youtu.be/Xzn2ecB4Hz>



0:46 / 3:48

Open Letter to the President: Physics Education



MinutoDeFísica

Suscribirse 3,8 M

1.819.272 visualizaciones

+ Añadir a ➦ Compartir ... Más

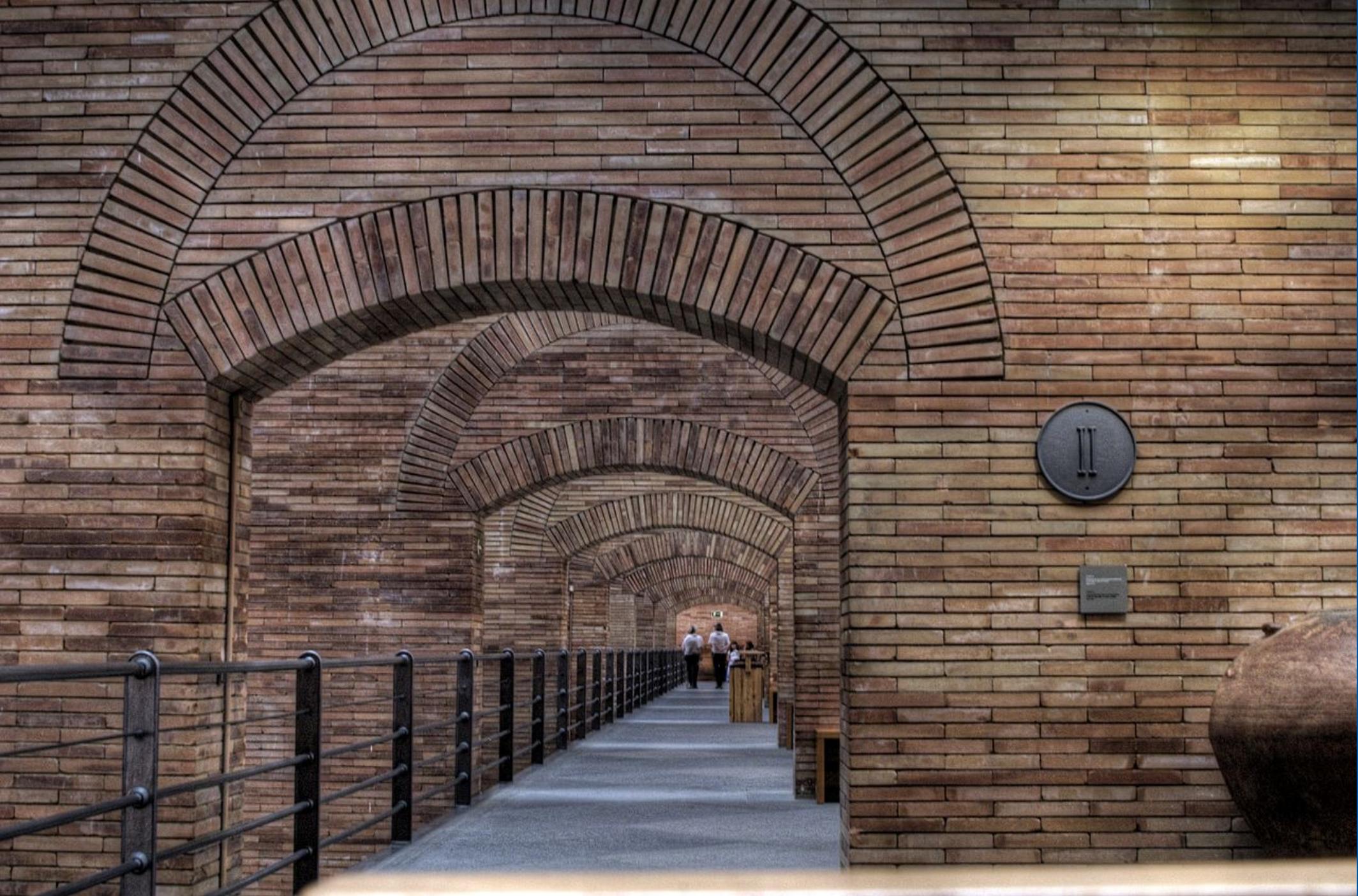
👍 41.894 🗨️ 887

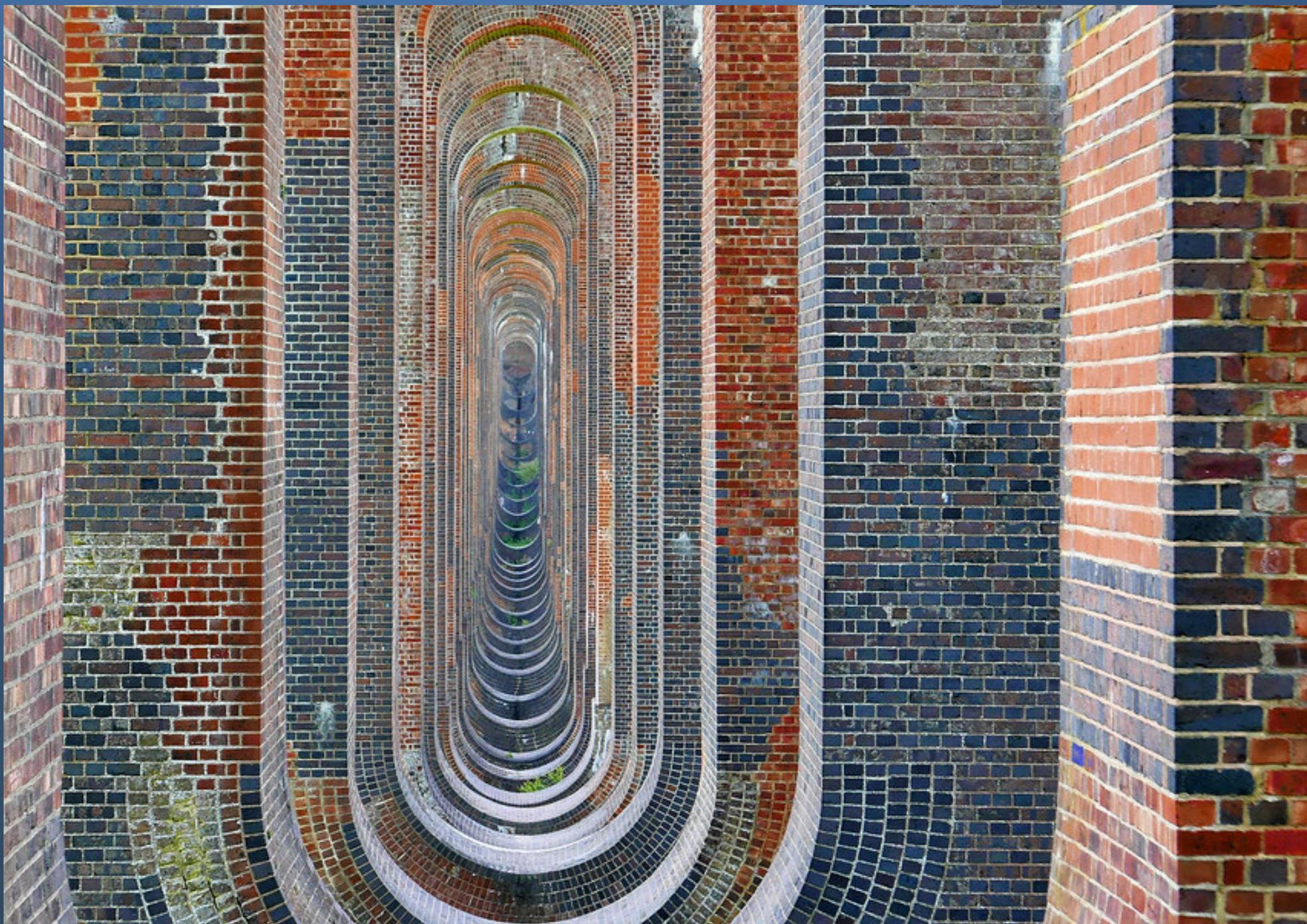
<https://youtu.be/BGL22PTIOAM>

**Ya sé que hay
contraargumentos...**



**Pero con los ladrillos
podemos hacer más que
paredes aburridas y
aisladas...**









CC BY-SA 3.0
by David Shankbone



cogito ergo imago CC
BY-SA 2.0

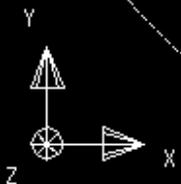
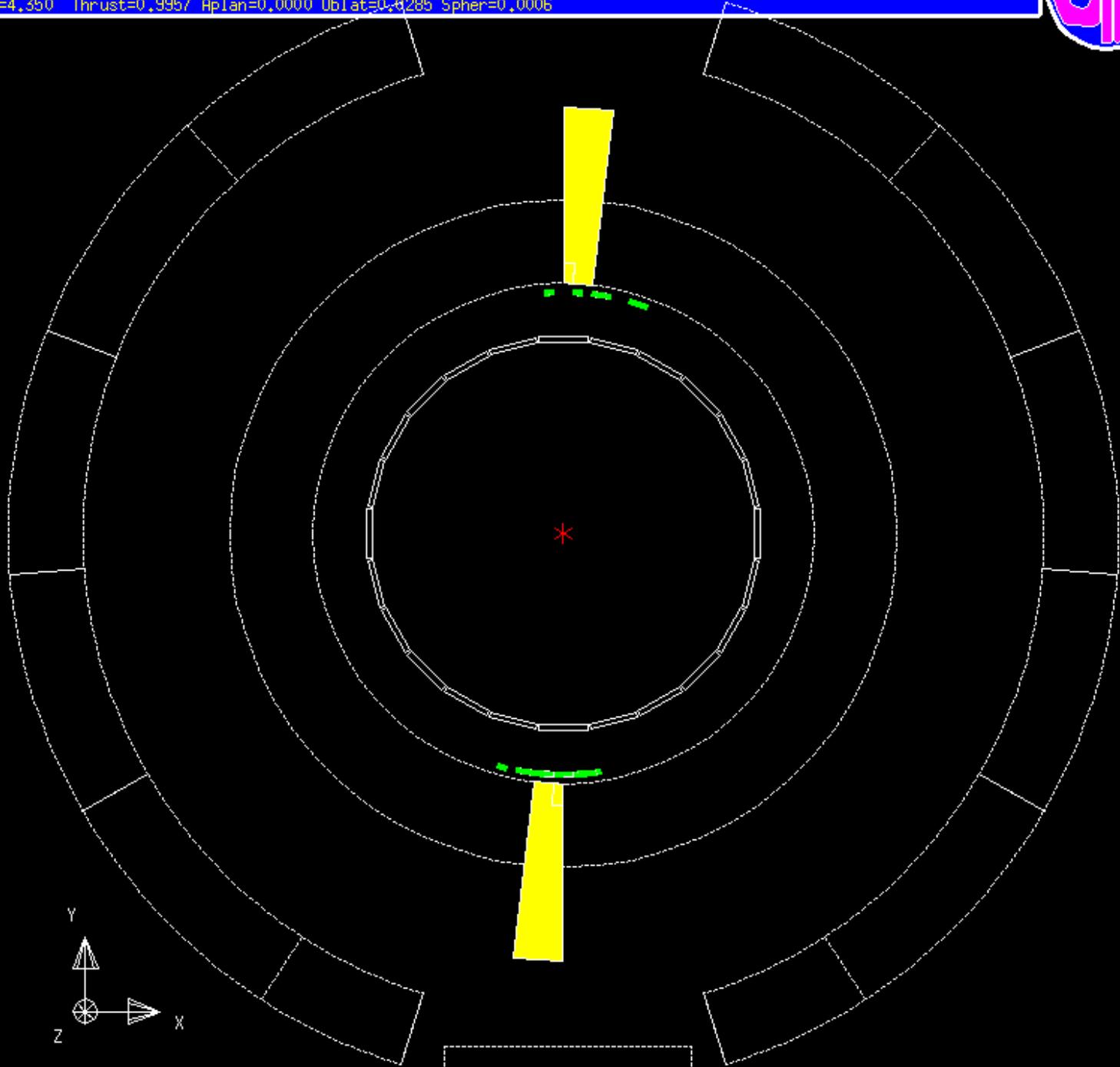
**Lo que podemos
hacer**

EN EL AULA (y más allá)

¿Hay para todos

los que enseñan ciencias y
tecnología y formación
profesional...?

Run:event 4177:115034 Date 930612 Time 10314 Ctrk(N= 0 Sump= 0.0) Ecal(N= 8 SumE= 97.4) Hcal(N= 1 SumE= 2.5)
Ebeam 45.861 Evis 99.6 Emiss -8.3 Vtx (-0.04, 0.08, 0.45) Muon(N= 0) Sec Vtx(N= 0) Fdet(N= 0 SumE= 0.0)
Bz=4.350 Thrust=0.9957 Aplan=0.0000 Oblat=0.6285 Spher=0.0006



200. cm.

5 10 20 50 GeV

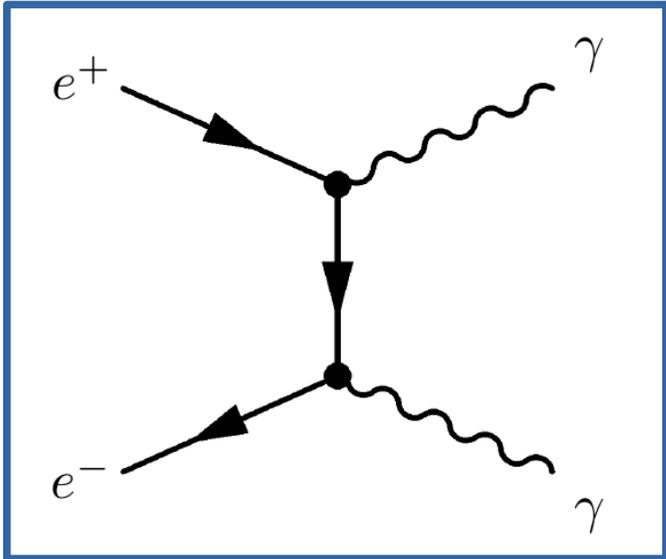
Centre of screen is (0.0000, 0.0000, 0.0000)

¿Hay **ciencias**?

los que enseñan ciencias y

tecnología y formación

profesional?

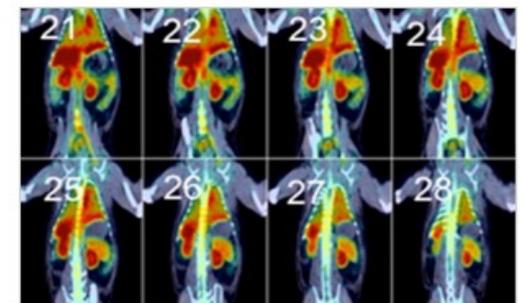


Article | 9 March 2015

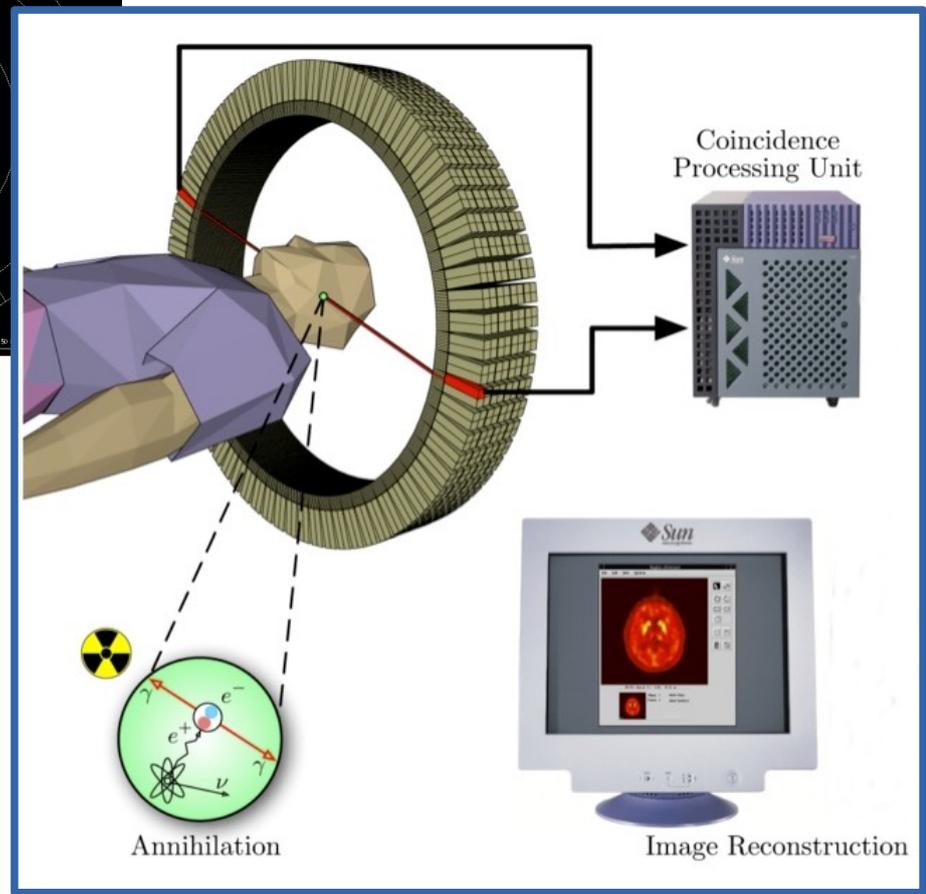
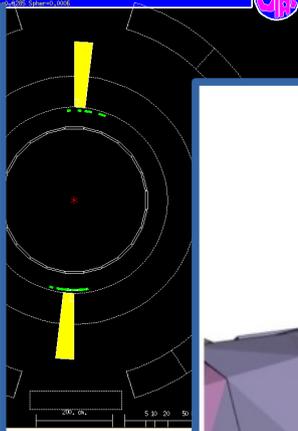
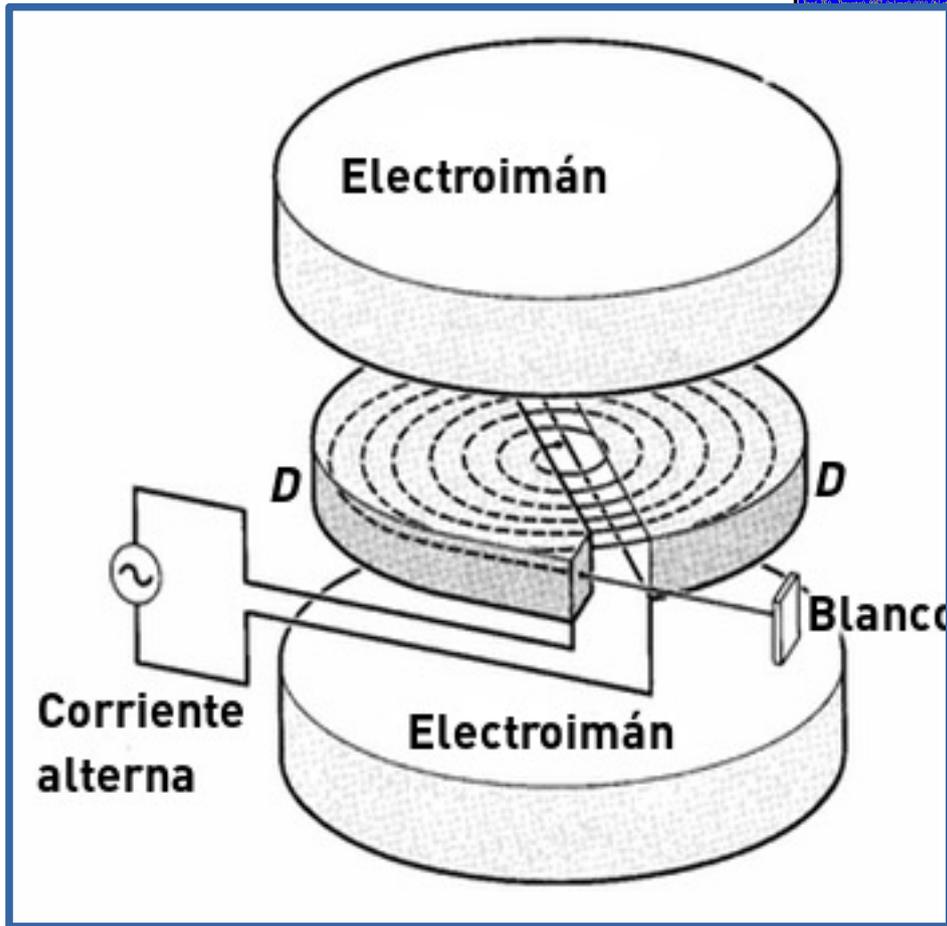
Whole-body immunoPET reveals active SIV dynamics in viremic and antiretroviral therapy-treated macaques

Philip J Santangelo *et al.*

ImmunoPET/CT imaging using a labeled simian immunodeficiency virus (SIV)-specific antibody can identify sites of viral infection in SIV-infected



Downloaded from www.nature.com on 03/10/2015. See the Terms and Conditions (http://www.nature.com/terms) on the Nature Publishing Group website.





ciencia
"básica"

nature **methods**

Techniques for life scientists and chemists

Home | Current issue | Comment | Research | Archive | Authors & referees | About the journal

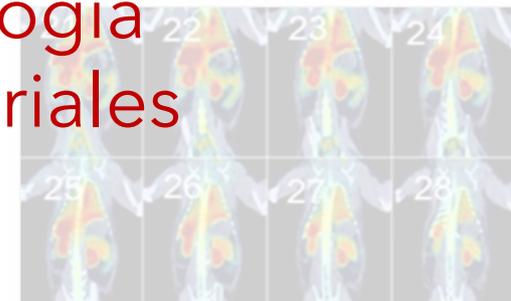
Article | 9 March 2015

Whole-body immunoPET reveals active SIV dynamics in viremia during antiretroviral therapy-treated macaques

Philip J Santangelo et al.

ImmunoPET/CT imaging using a labeled simian immunodeficiency virus (SIV)-specific antibody can identify sites of viral infection in SIV-infected

biología
materiales



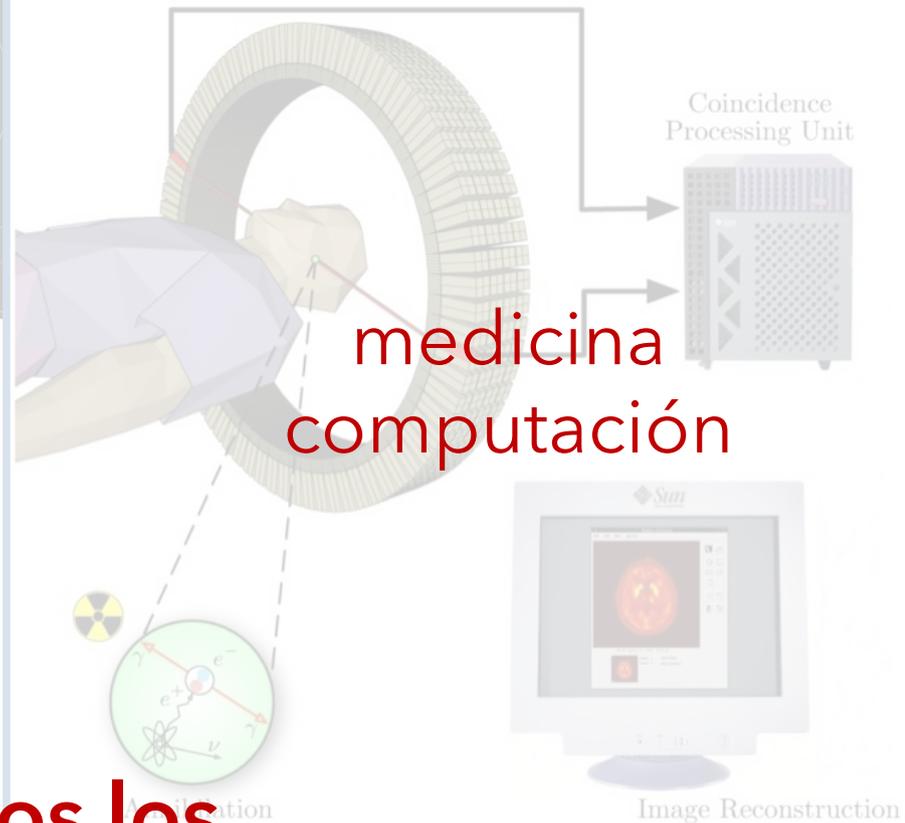
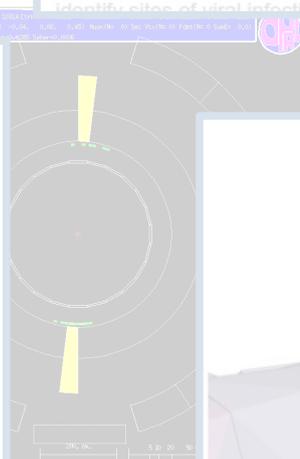
Electroimán

tecnología
industria

Corriente
alterna

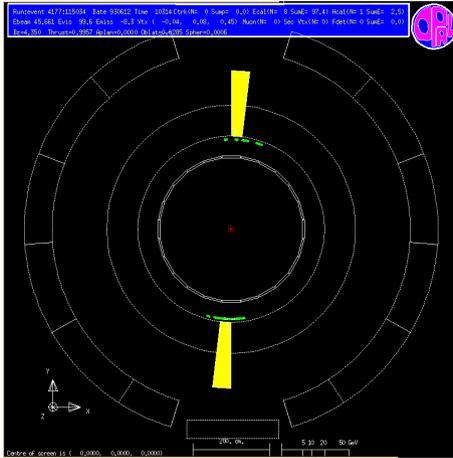
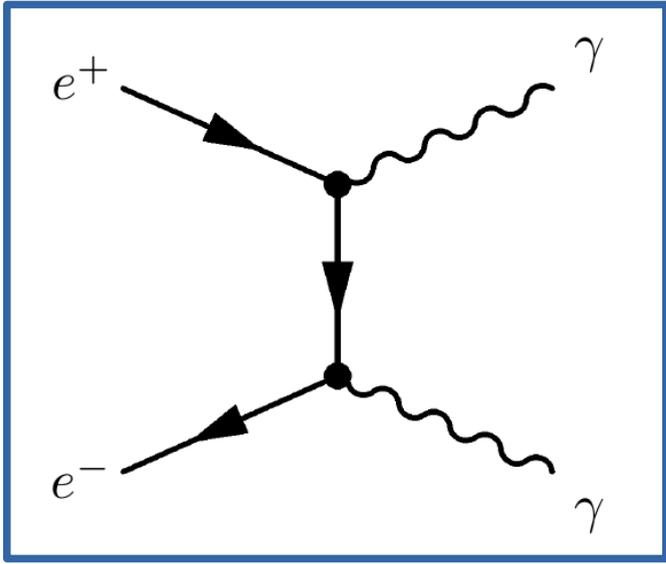
Electroimán

Blanco



medicina
computación

Y más cosas, y para todos los



$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}(F_{\mu\nu}^0)^2 + \bar{\psi}_0(i\cancel{\partial} - m_0)\psi_0 - e_0 A_\mu^0 \bar{\psi}_0 \gamma^\mu \psi_0. \quad (2.3)$$

Next, one expresses the bare quantities in terms of renormalized quantities

$$\psi_0 = Z_2^{1/2} \psi, \quad A_0^\mu = Z_3^{1/2} A^\mu, \quad e_0 = Z_e e, \quad m_0 = Z_m m, \quad e_0 Z_2 Z_3^{1/2} = Z_1 e \quad (2.4)$$

and writes $Z_i = 1 + \delta_i$ so that

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= -\frac{1}{4} Z_3 (F_{\mu\nu})^2 + Z_2 \bar{\psi} (i\cancel{\partial} - Z_m m) \psi - Z_1 e A_\mu \bar{\psi} \gamma^\mu \psi \\ &= -\frac{1}{4} (F_{\mu\nu})^2 + \bar{\psi} (i\cancel{\partial} - m) \psi - e A_\mu \bar{\psi} \gamma^\mu \psi - \frac{1}{4} \delta_3 (F_{\mu\nu})^2 + \bar{\psi} (\delta_2 i\cancel{\partial} - m(\delta_2 - \delta_m)) \psi - e \delta_1 \bar{\psi} A \psi. \end{aligned} \quad (2.5)$$

where we have dropped terms $\mathcal{O}(\delta^2)$ since for simplicity we look at 1-loop renormalization. The first three terms in (2.5) produce the ordinary Feynman rules

$$\text{---} \text{---} = \frac{i}{\not{p} - m} \quad \text{~~~~~} = \frac{-ig_{\mu\nu}}{p^2 - m^2}$$

in addition to which we can now read off the counterterms

$$\begin{aligned} \text{~~~~~} \otimes \text{~~~~~} &= -i\delta_3 (p^2 g_{\mu\nu} - p_\mu p_\nu) & \text{---} \otimes \text{---} &= \\ \text{---} \otimes \text{---} &= -ie\delta_1 \gamma^\mu. \end{aligned}$$

These counterterms allow us to cancel UV divergences in individual diagrams by itself finite. That can be useful. For example, the renormalized self-energy $\Sigma(\not{p})$ in terms of the bare self-energy $\Sigma_0(\not{p})$ is

$$-i\Sigma(\not{p}) = \text{---} \text{---} \text{---} + \text{---} \otimes \text{---} = -i\Sigma_0(\not{p})$$

2.2 LO and NLO contributions to $e^+e^- \rightarrow 2\gamma$

For our process of interest, at leading order we find the tree-level amplitudes

$$i\mathcal{A}_n^{(0)} = \text{Diagram 1} + \text{Diagram 2} \quad (2.13)$$

In terms of the Mandelstam invariants

$$\begin{aligned} s &= (p_1 + p_2)^2 \\ t &= (p_1 - p_3)^2 \\ u &= (p_1 - p_4)^2 \end{aligned} \quad (2.14)$$

the Born matrix element for unpolarized scattering is

$$\mathcal{M}_n^{(0)} = |\mathcal{A}_n^{(0)}|^2 = 32\pi^2 \alpha^2 \frac{(-m^2 (s^2 + st + t^2) + m^4 (3s - t) + m^6 + t(s + t)^2)}{(m^2 - t)^2 (m^2 - s - t)} + (t \leftrightarrow u) \quad (2.15)$$

where m is the electron mass and $\alpha = e^2/4\pi$ the fine structure constant.

Being proportional to $e^4 \sim \alpha^2$, the matrix element (2.15) is the leading order contribution. In general, NLO corrections to our process are $\mathcal{O}(\alpha^3)$ and NNLO corrections will be $\mathcal{O}(\alpha^4)$. The virtual corrections at NLO are produced from tree-level diagrams multiplying the 1-loop diagrams

$$\text{Diagram 1} + 2 \times \text{Diagram 2} + \text{Diagram 3} \quad (2.16)$$

Pues sí...

con diferentes enfoques

Y al menos por dos

motivos:

**La importancia
“cultural” de la física
fundamental**

Las “aplicaciones”

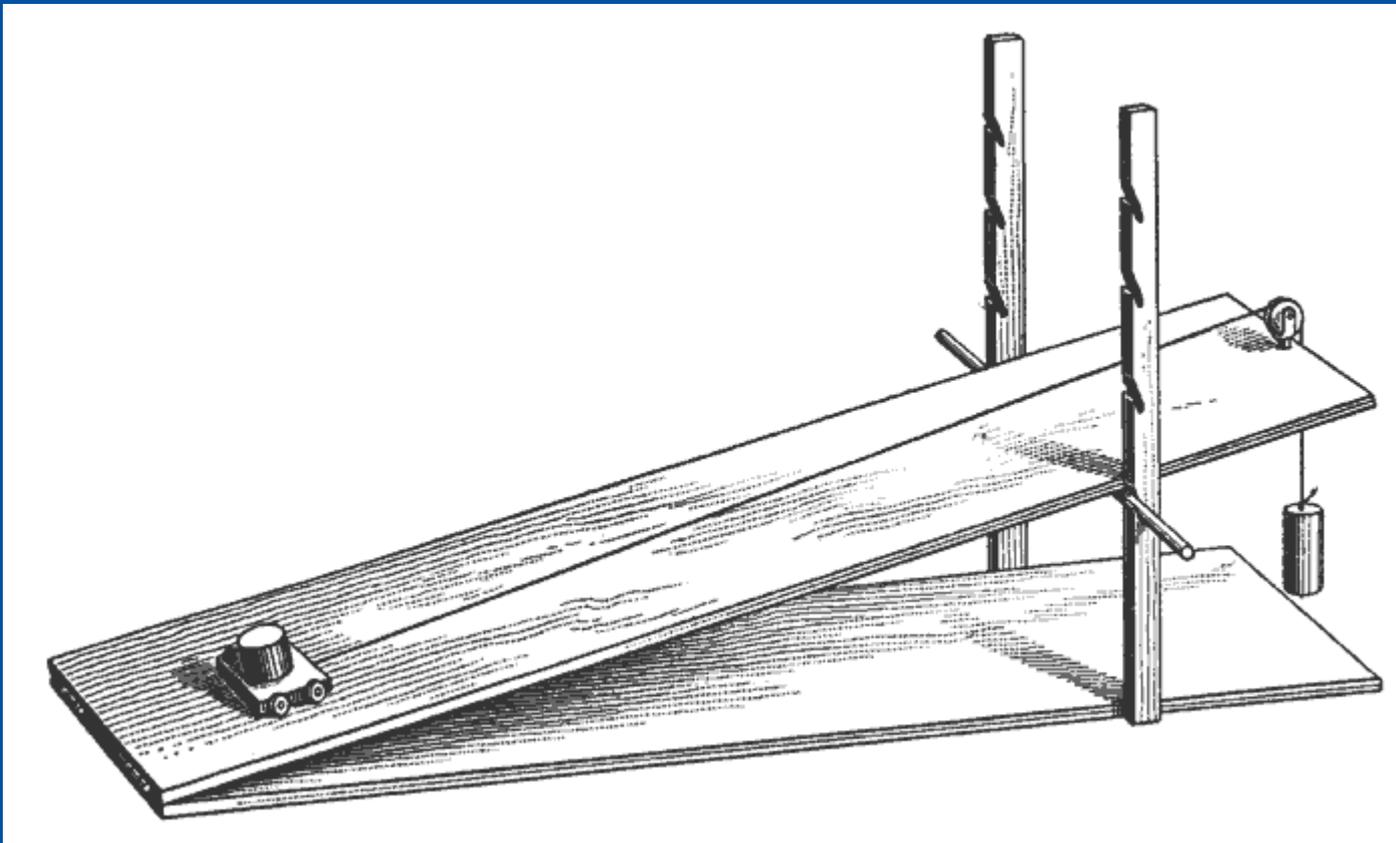
Lo que podemos hacer en el aula

1. El *programa mínimo*.
2. Adaptarlo al currículo existente.
3. Introducirlo en el currículo.

**¿SE ACABÓ LA CIENCIA
EN EL SIGLO XIX?**

¿O SIQUIERA EN 1905 O EN LOS
AÑOS 1930?

**PUES A VECES LO
PARECE,**



pero...

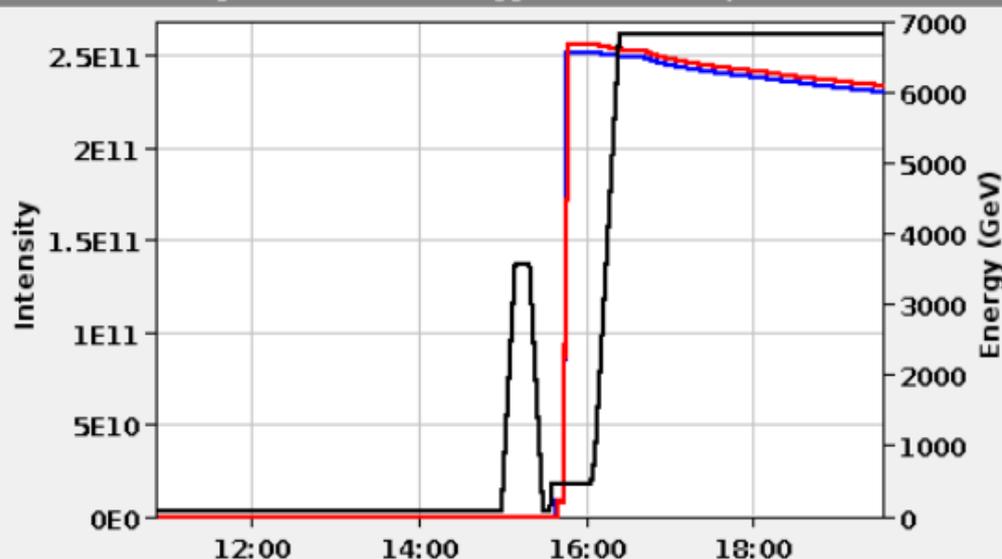
PROTON PHYSICS: STABLE BEAMS

Energy: 6800 GeV I B1: 2.23e+11 I B2: 2.27e+11

Inst. Lumi [(ub.s)⁻¹] IP1: 4.66 IP2: 0.31 IP5: 4.89 IP8: 6.02

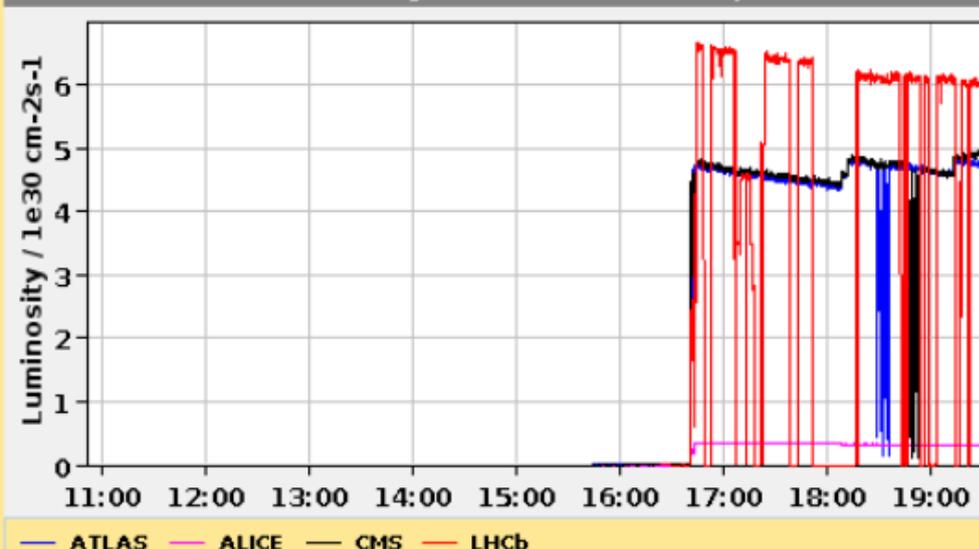
FBCT Intensity and Beam Energy

Updated: 19:32:04



Instantaneous Luminosity

Updated: 19:32:06



Comments (05-Jul-2022 19:13:27)

First Stable Beams at 6.8 TeV!
Roman Pots IN
beta* levelling ON

BIS status and SMP flags

	B1	B2
Link Status of Beam Permits	true	true
Global Beam Permit	true	true
Setup Beam	true	true
Beam Presence	true	true
Moveable Devices Allowed In	true	true
Stable Beams	true	true

AFS: Single_3b_2_2_2

PM Status B1 **ENABLED** PM Status B2 **ENABLED**



CMS DAQ Status

Running

LHC Status

STABLE

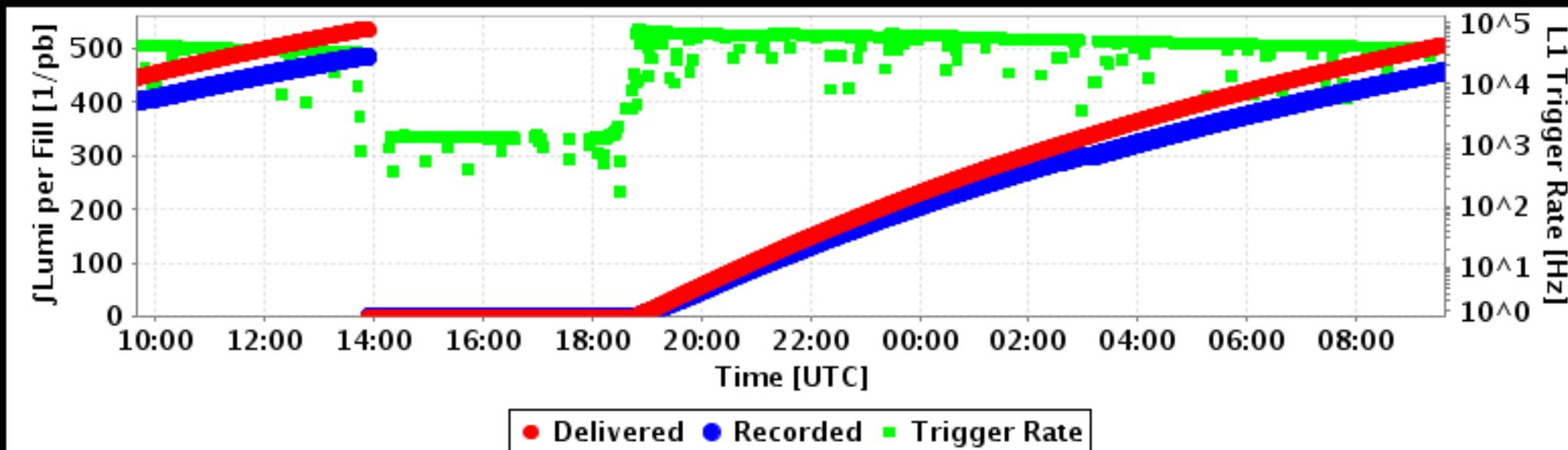
Beam Energy

6499 GeV

Intensity

Beam1: 1.8×10^{14} Beam2: 2.0×10^{14} 

History of Data-taking with Stable Beams for Last 24 Hours



CMS Comments Sun 30-07-2017 18:54:29 UTC

happily taking pp collisions !

Sub-System DAQ / DCS

CSC	IN	ON
DT	IN	ON
ECAL	IN	ON
ES	IN	ON
HCAL	IN	ON
HF	IN	ON
PIXEL	IN	ON
RPC	IN	ON
TRACKER	IN	ON

Run/Trigger/DAQ Status

Fill Number	6026
Run Number	300157
LumiSection	996
Physics Bit Set	ON
Magnet [T]	3.801
Total L1 Rate [Hz]	38429
Total L1 Triggers	983258531
Instant Lumi[E30]	6024.07
fLumi Rec[1/pb]	457.72
Tier0 Transfer	ON

LHC Page1 Comments Mon 31-07-2017 07:42:08 UTC

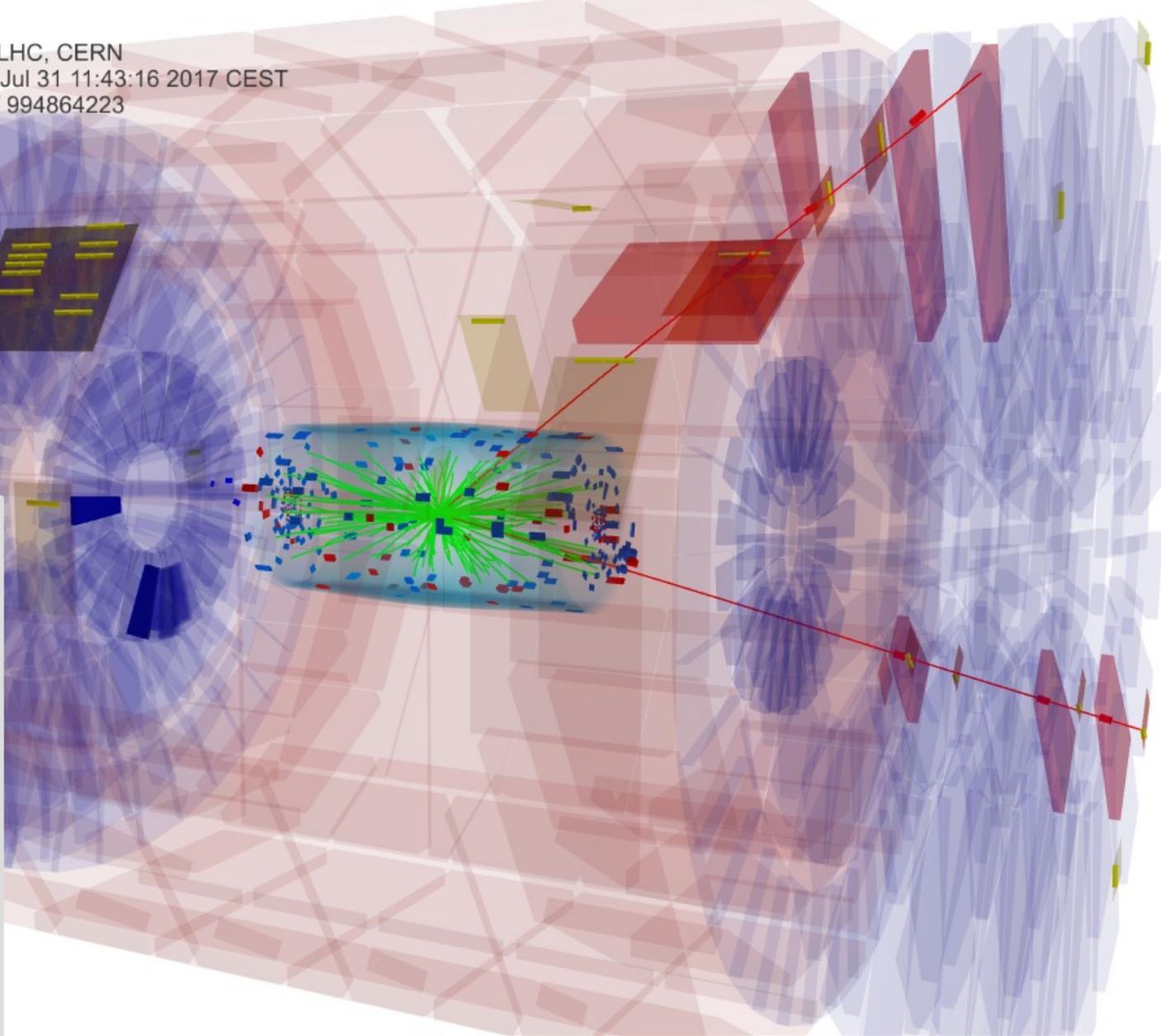
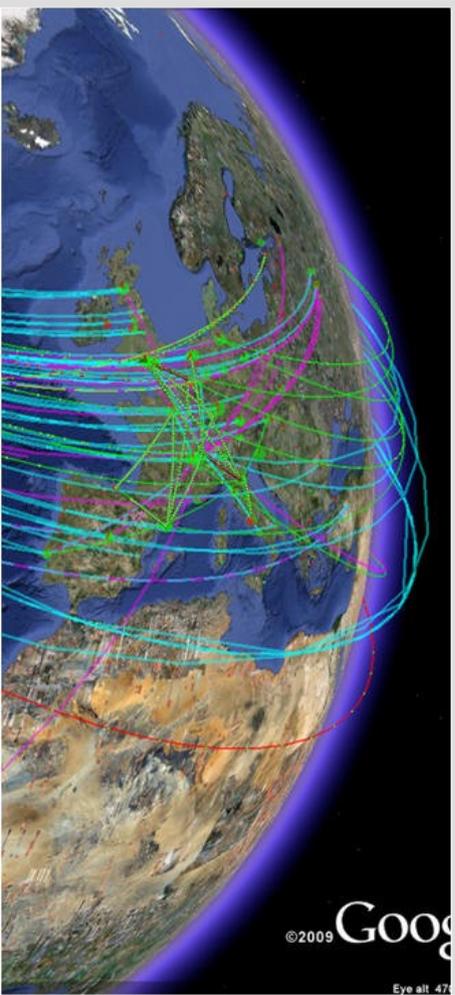
Fill for physics (XING at 120urad)

Dump planned around 12noon

DAQ	IN
DQM	IN
SCAL	IN
TRG	IN
CTPPS_TOT	IN



CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Mon Jul 31 11:43:16 2017 CEST
Run/Event: 300157 / 994864223
Lumi section: 1009



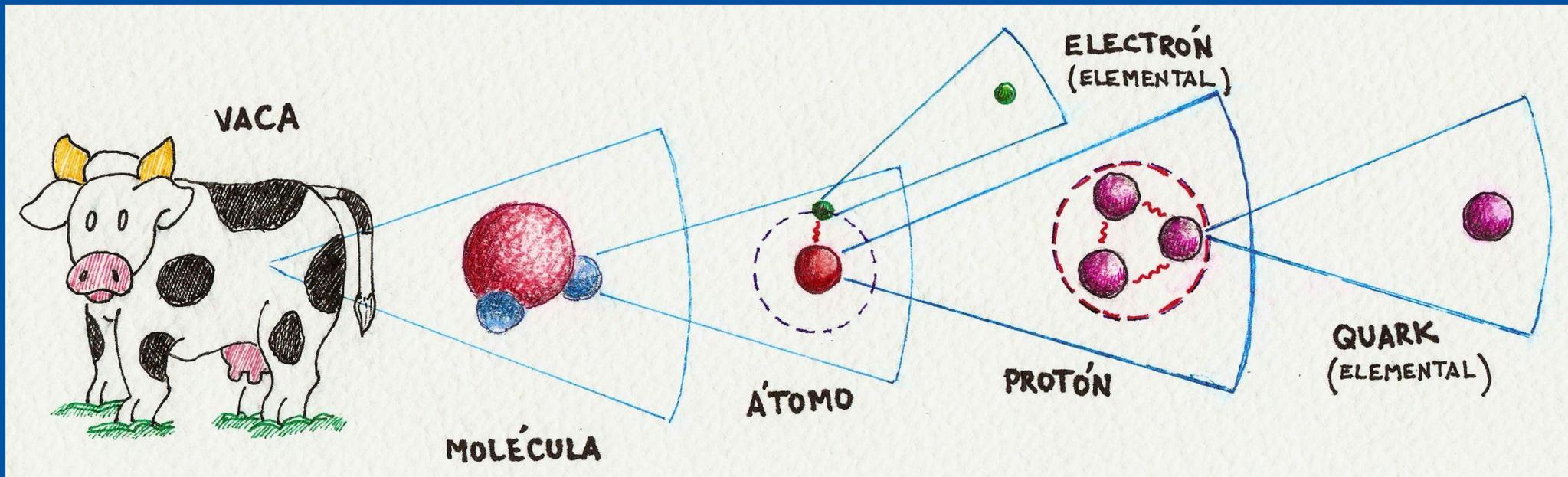
https://mcmstv.web.cern.ch/live_event_display

<https://op-webtools.web.cern.ch/op-webtools/vistar/vistars.php>

<https://netstat.cern.ch/monitoring/network-statistics/visual/?p=ge>

EL PROGRAMA MÍNIMO

No se puede ignorar lo que vais a aprender aquí...

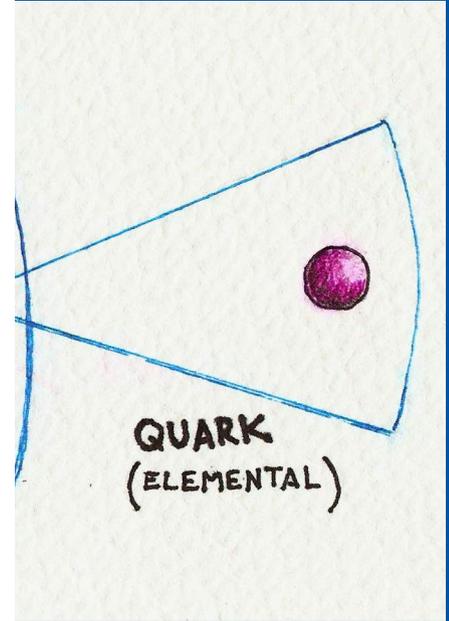
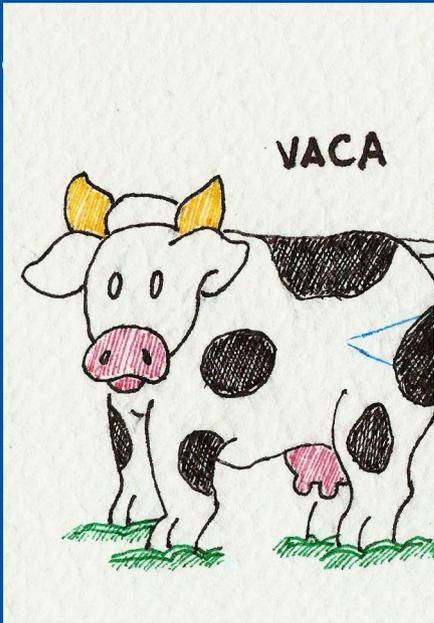


**AHORA HAY QUE DEFINIR ESOS
ELEMENTOS MÍNIMOS**

EL PROGRAMA MÍNIMO

No se puede

endo



AHORA HAY QUE DEFINIR ESOS ELEMENTOS MÍNIMOS

EXPERIMENTO ACCELERADOR INTERACCIONES PARTICULAS COLISIONES DETECTOR

$E=mc^2$

TEÓRICOS ELECTRÓN DATOS MEDIADORAS FUNCIONA PROSEGUIR METÁFORAS SIMPLIFICACIONES PROTONES

FUERZAS ASILADOS GOBIERNO MÉTODOS FÍSICA UNIDAS

QUARKS

TEORÍA DOS DEBIL ELECTROMAGNÉTICA BÁSICOS TOTAL TRILUNA ES

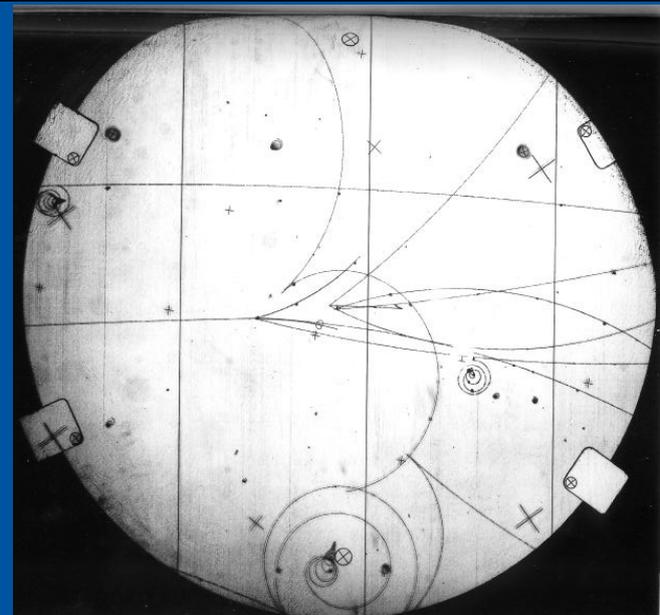
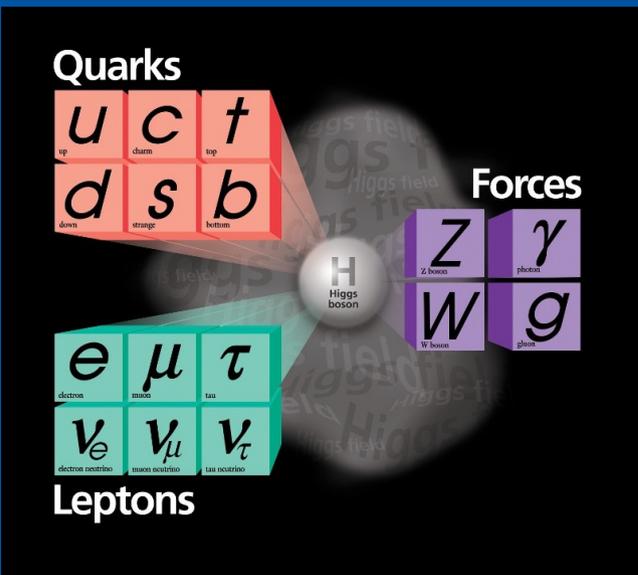
INTERCAMBIO COMPONENTES EXPRESIÓN GENERAL SI GRÁFICO RESULTA COMPORTAMIENTO ELECTRÓNICO

MODELO ELEMENTALES SIGUEN HERRAMIENTA FUERZA MANTIENE UNIVERSO COMPOSICIÓN DEDICAN

HACEN HACER RESULTADO

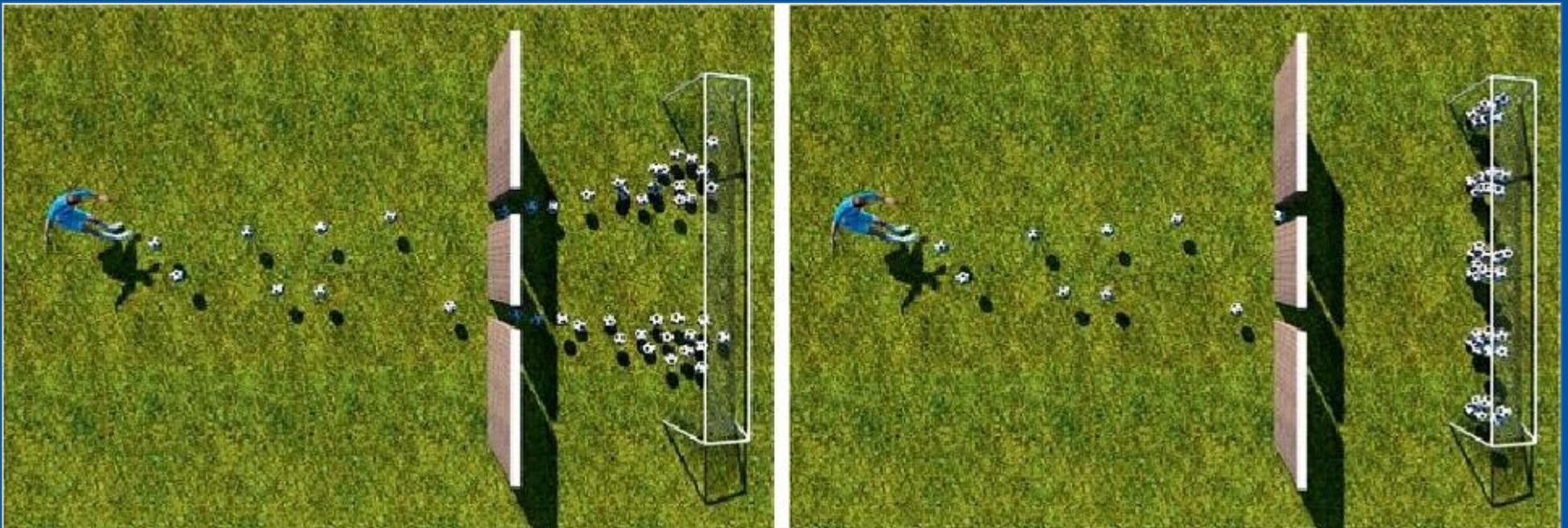
ESTUDIA

INTERACCIONES PARTICULAS COLISIONES DETECTOR



DOS CANDIDATOS CLAROS PARA EL PROGRAMA MÍNIMO:

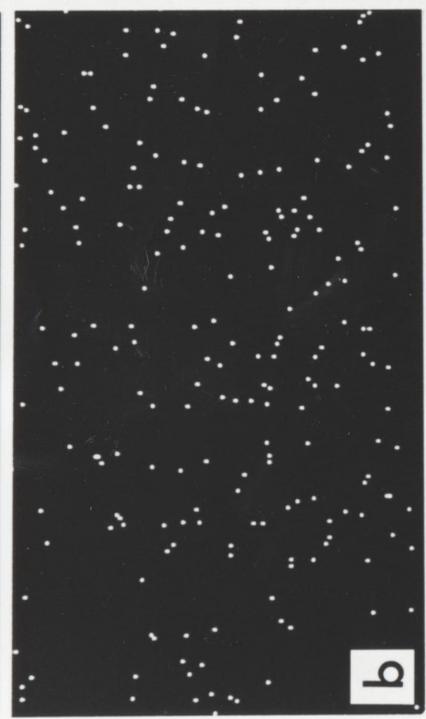
A) Las partículas NO son bolitas



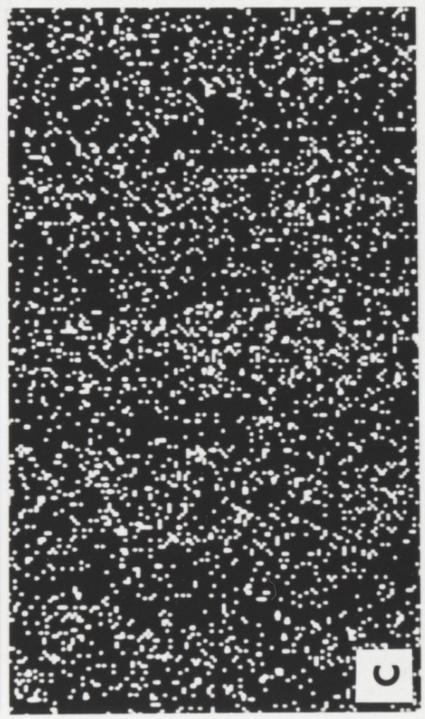
**POR EJEMPLO,
hacen algunas cosas propias de las ondas**



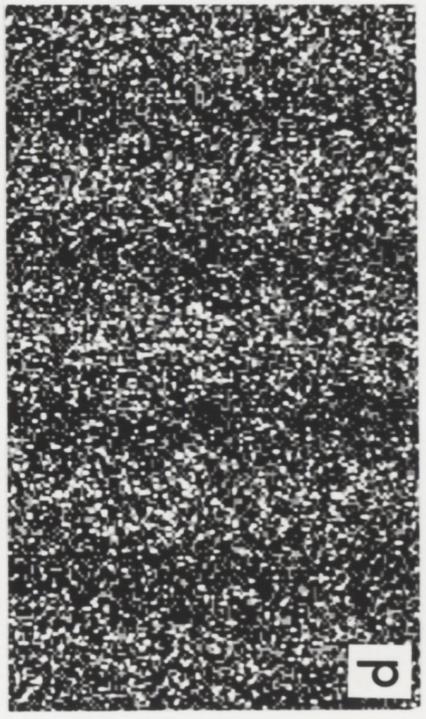
a



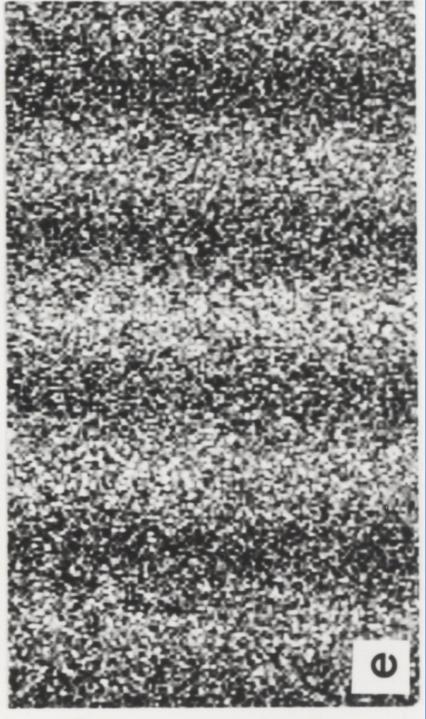
b



c



d



e



Nota para profesores

sobre analogías, metáforas y simplificaciones

La Física de Partículas elementales que podemos explicar aquí estará llena a menudo de esos elementos que bien pueden ser necesarios, pero son indudablemente peligrosos.

Aquí unas cuantos enlaces que nos avisan de casos particulares o nos permiten estudiar más este problema:

- Matt Strassler sobre el protón
- Matt Strassler sobre las partículas virtuales
- *Cuentos cuánticos* sobre los diagramas de Feynman
- Y Francis Villatoro, también en castellano
- THE DANGERS OF ANALOGIES by Donald E. Simanek
- Using analogies
- Un libro dedicado a esto
- Y un artículo

AVISO: siento decir que los enlaces a los servidores "palmera.pntic.mec.es" no funcionan y que he olvidado sustituirlos

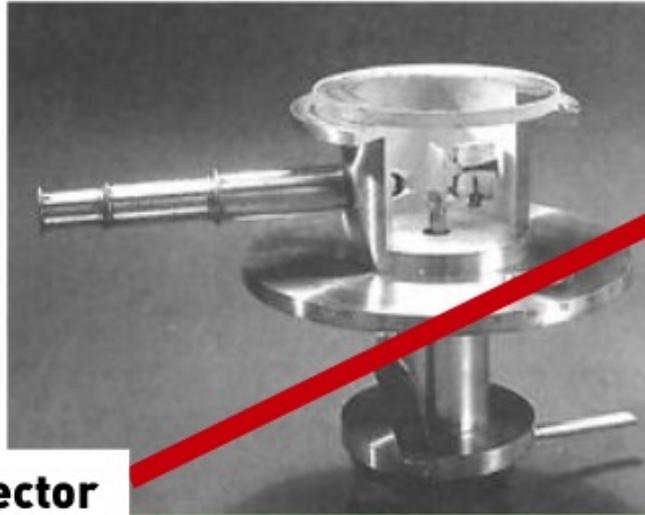
<http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/profesores/prof-nota.html>

**Un favor:
No useis analogías sin haberlas pensado sólo "porque siempre se ha hecho así" o porque "si no, no se entiende nada"**

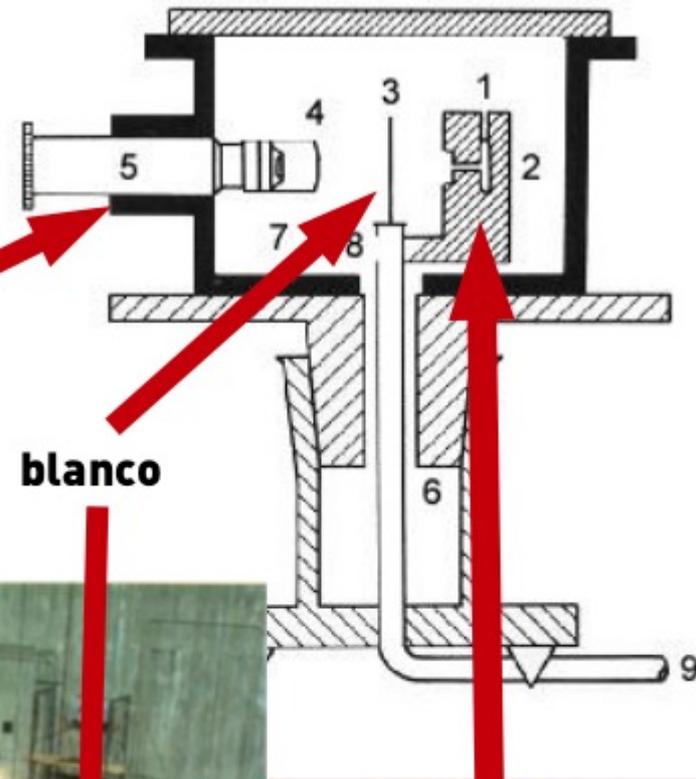
B) La física NO se acabó en los años 1930 cuando los átomos parecían estar compuestos de protones, neutrones y electrones

Por ejemplo, los quarks se descubrieron experimentalmente hace unos cincuenta años !!!

Manchester ca. 1914



detector



blanco

partículas



**Curioso,
¿no?**

SLAC ca. 1970

Physics Education

PAPER • OPEN ACCESS

Introducing 12 year-olds to elementary particles

Gerfried J Wiener^{1,2}, Sascha M Schmeling¹ and Martin Hopf²

Published 8 May 2017 • © 2017 IOP Publishing Ltd

Physics Education, Volume 52, Number 4

Focus on Nuclear and Particle Physics



Article PDF

Figures ▾

References ▾

+ Article information

Abstract

We present a new learning unit, which introduces 12 year-olds to the subatomic structure of matter.

The learning unit was iteratively developed as a design-based research project using the technique of

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/aa6cfe/meta>

(cuasi) independiente del currículo...

Análisis de la enseñanza de la estructura e interacciones de la materia según la física moderna en primero de bachillerato

Study of the teaching process about the structure and interactions of matter through modern physics at the second-to-last year of high school

Paula Tuzón
Jordi Solbes

Universitat de València

<https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/viewFile/3599/4238>



RESEARCH ARTICLE

Particle Physics in High School: A Diagnose Study

Paula Tuzón*, **Jordi Solbes**

Science Education Department, Facultat de Magisteri, Universitat de València, 46022 València, Spain

<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/54324/113222.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

El texto del manual escolar de ciencias: ¿puente u obstáculo para el aprendizaje?

The text of the science textbook: bridge or obstacle for learning?

Carla Maturano, Carina Rudolph, María Amalia Soliveres
Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, Av. J.I. de La Roza 230 (Oeste). Capital, CP 5400, San Juan, Argentina.

E-mail: cmatur@ffha.unsj.edu.ar

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15620>



SEDICI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNLP

Home Search Upload Material Institutional Frequentes questions Cont

Unidades académicas → Facultad de Ciencias Exactas → Tesis

Evolución del concepto de elementalidad
Una propuesta de enseñanza basada en el uso de herramientas TIC

Author: Ozores Paci, Agustín Nicolás

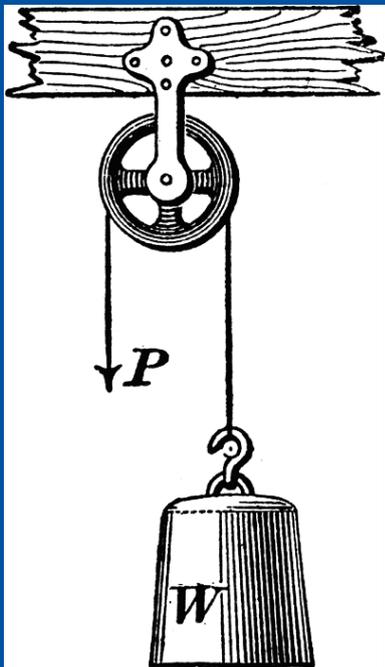
Document type: Tesis de maestría

Abstract
Se presenta en este trabajo una propuesta didáctica con uso de TIC's que abor

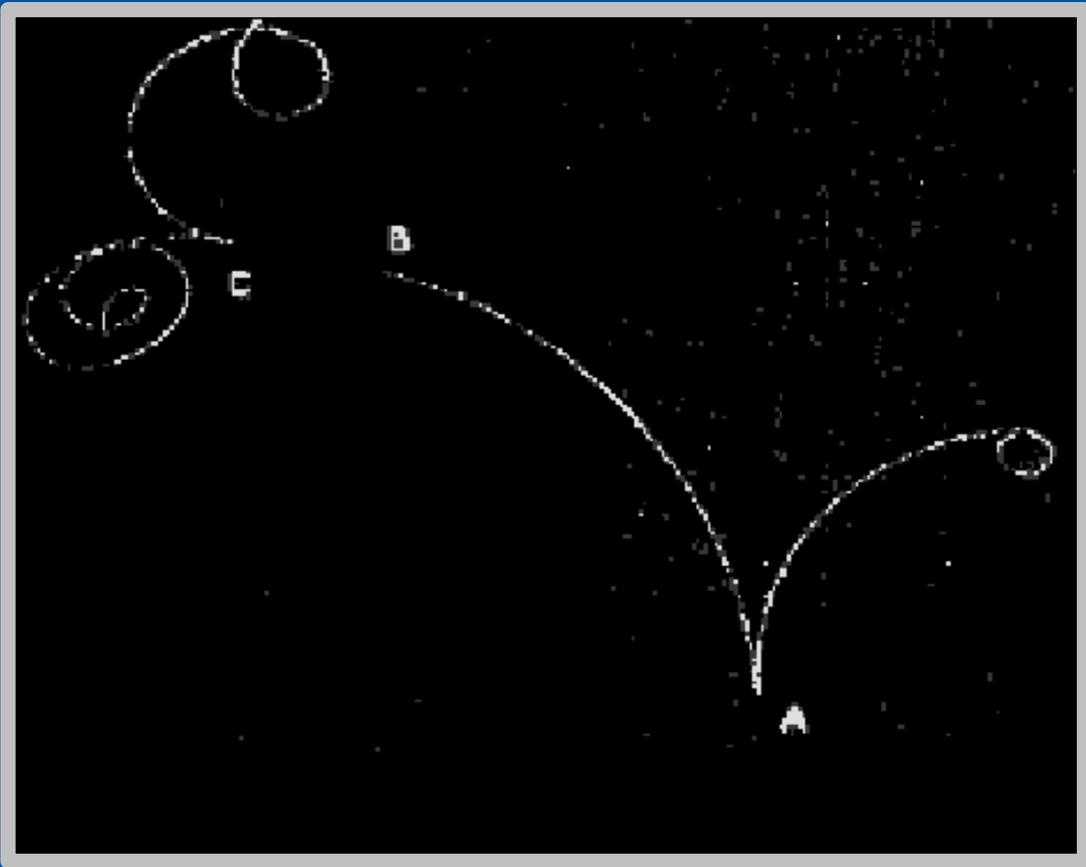
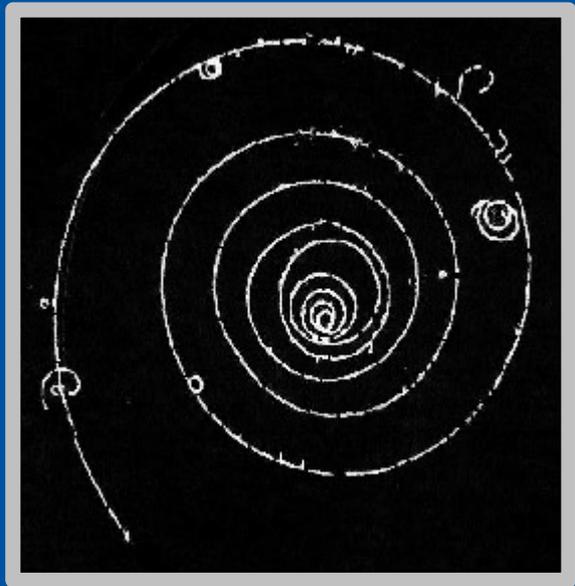
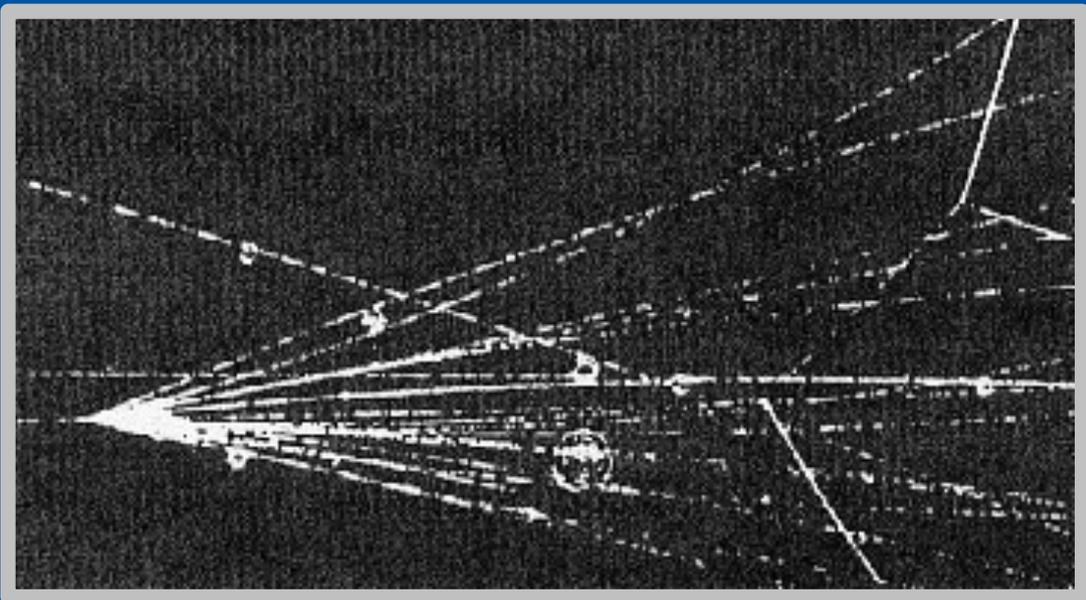
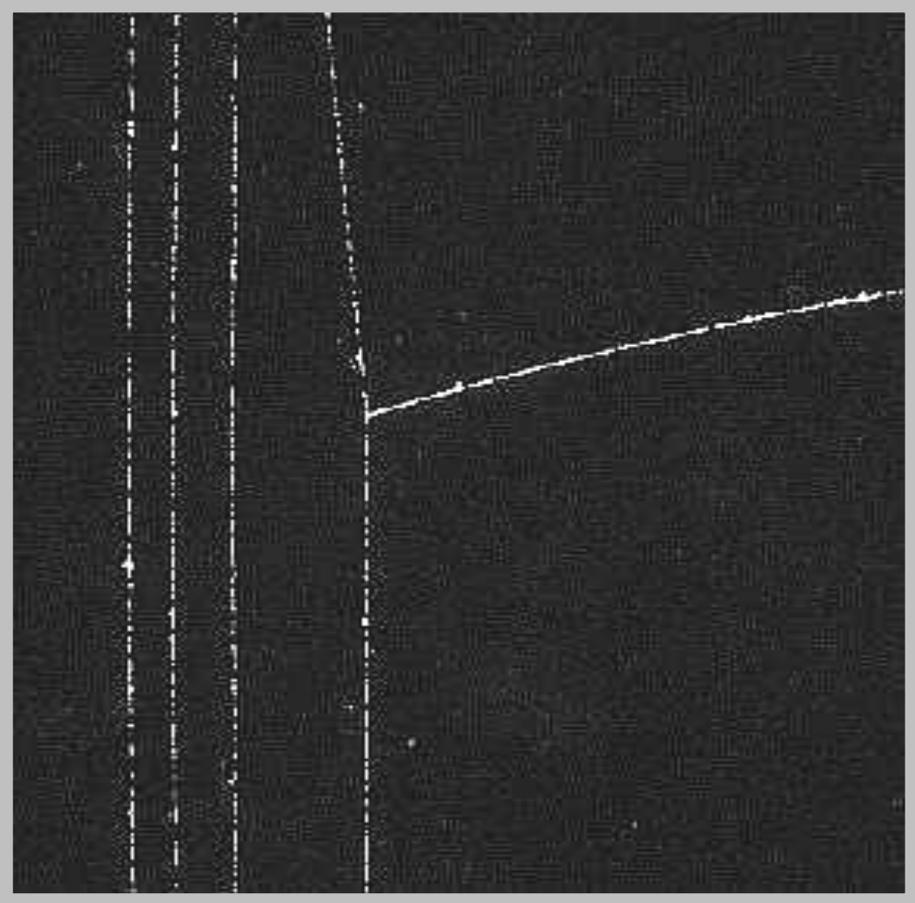
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61193>

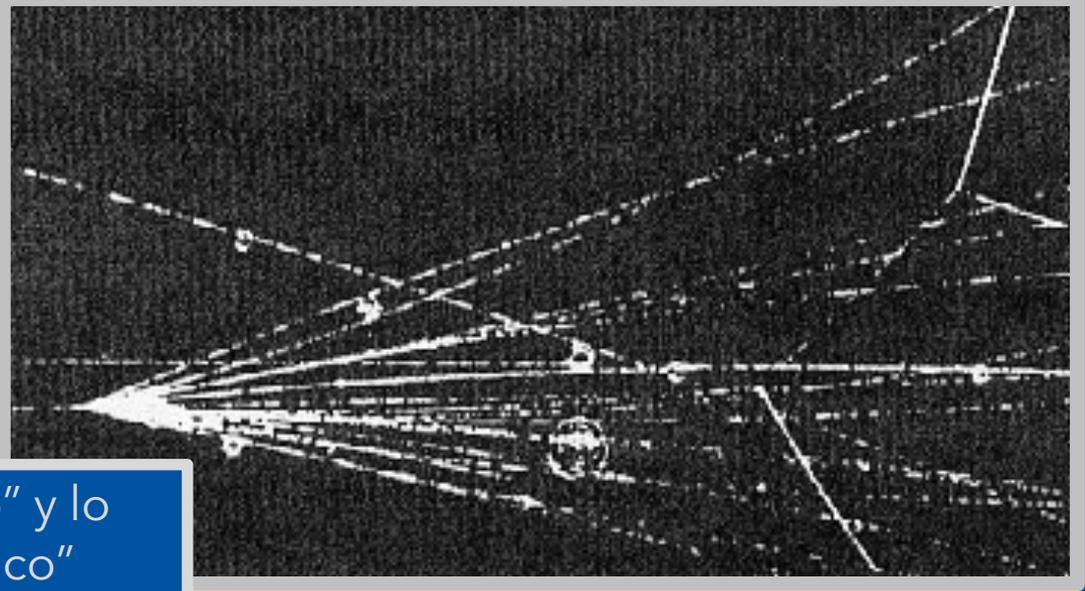
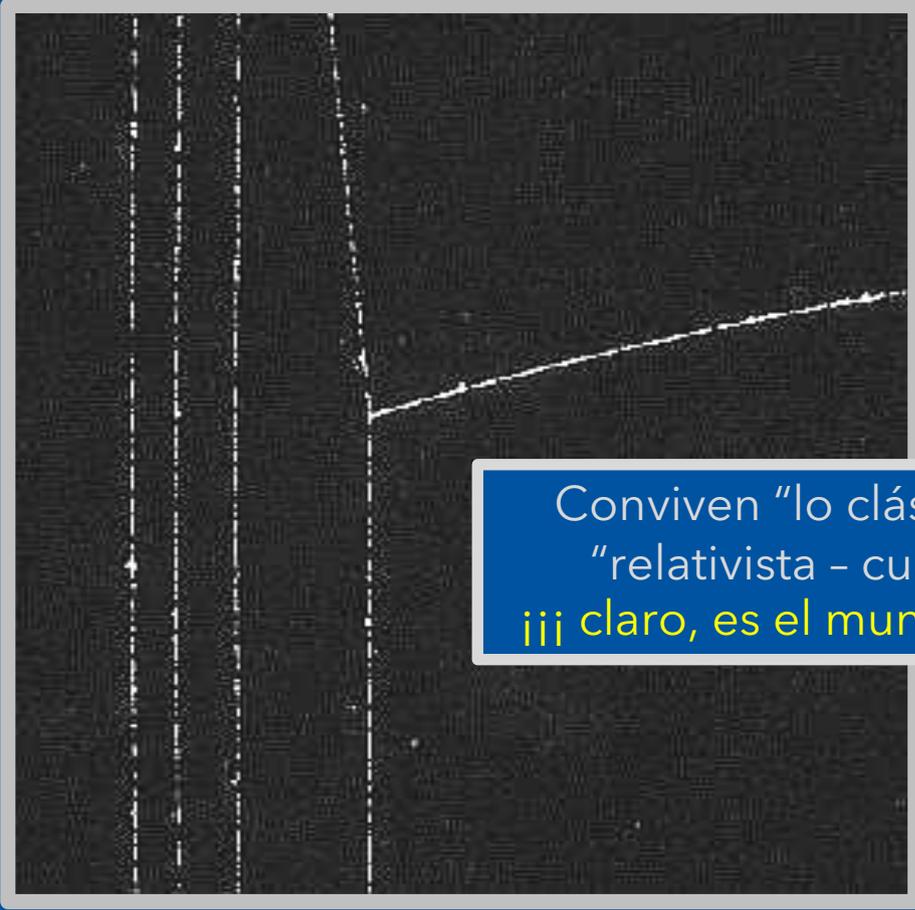
ADAPTAR LA PROGRAMACIÓN

SIN IR MUCHO MÁS ALLÁ DEL
programa mínimo

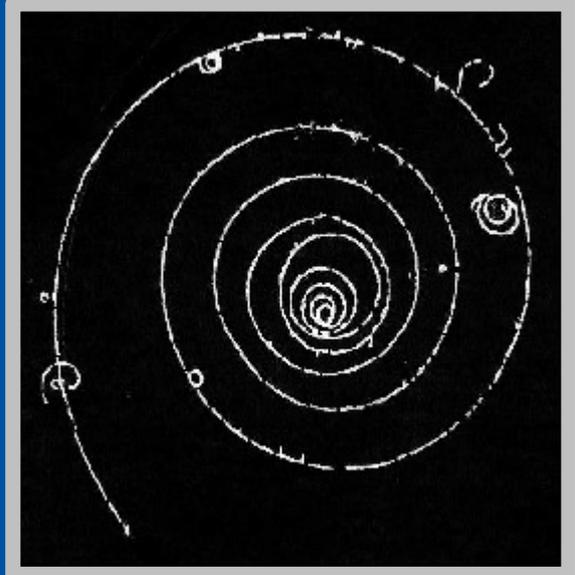


LA CONSIGNA ES
**sustituir choques de
coches por colisiones
de partículas**



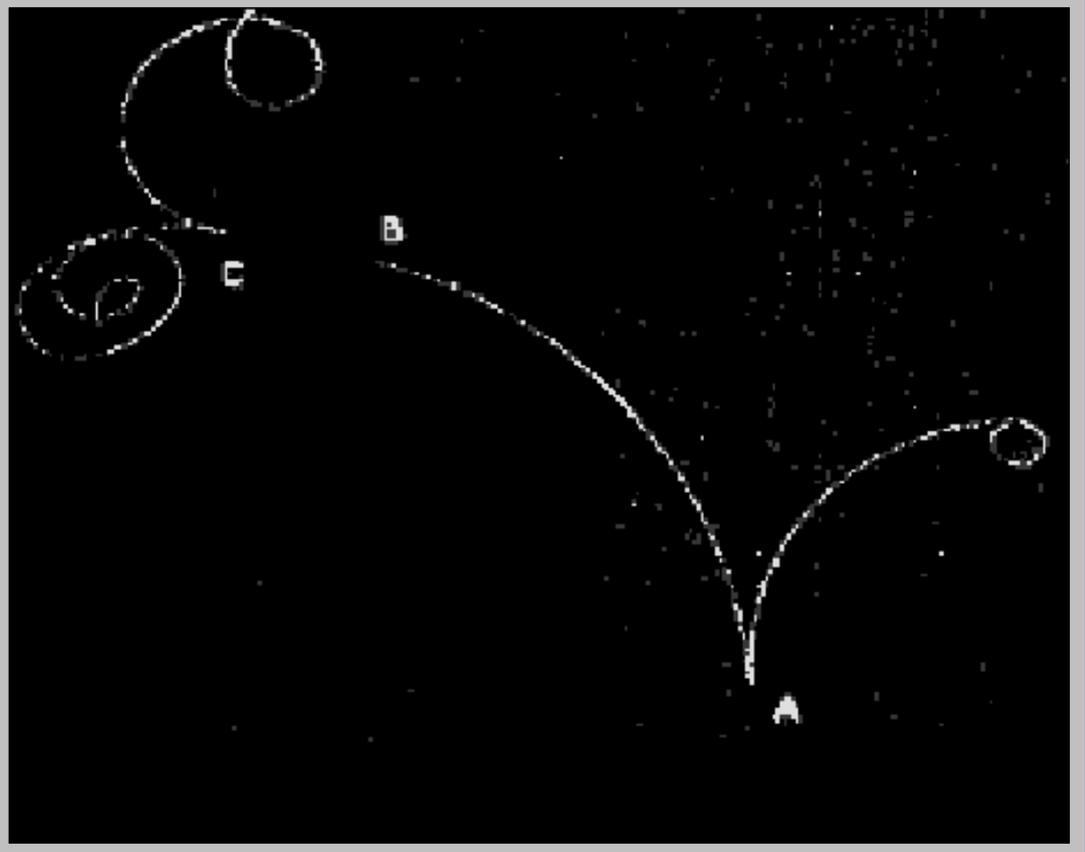


Conviven "lo clásico" y lo "relativista - cuántico"
¡¡¡ claro, es el mundo real !!!

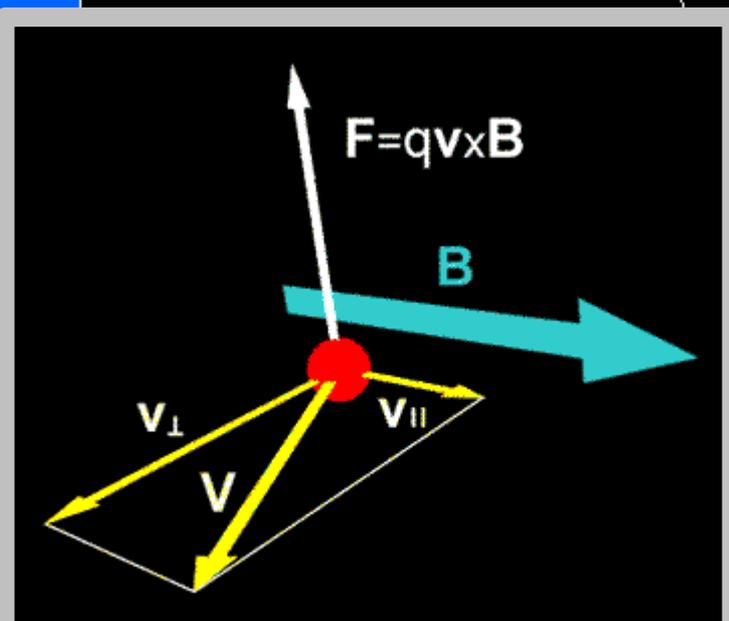
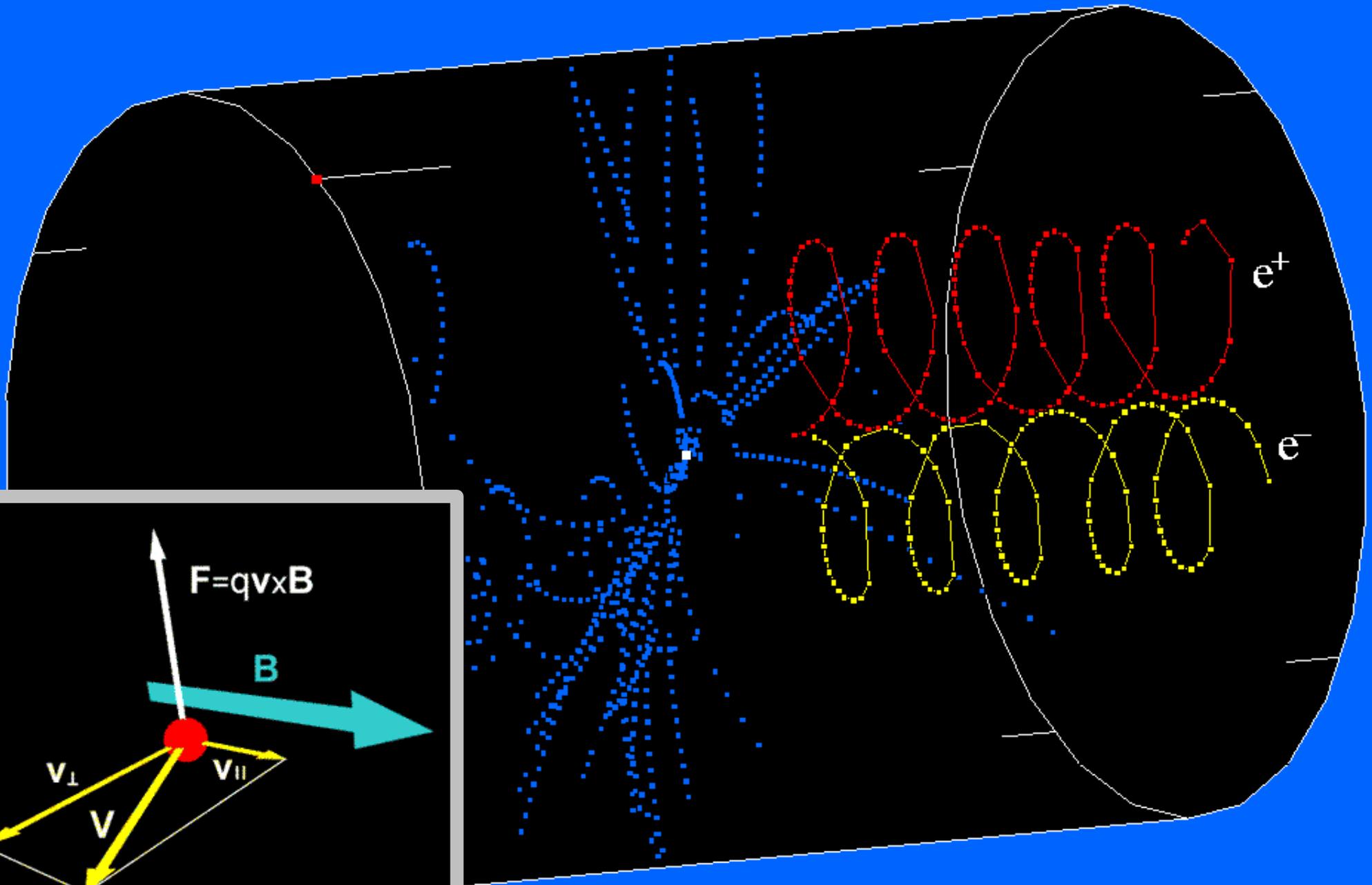


YA NO
PODEMOS
IGNORAR
ESTO:

NO
PODEMOS
DECIR,
"es que es
muy difícil"

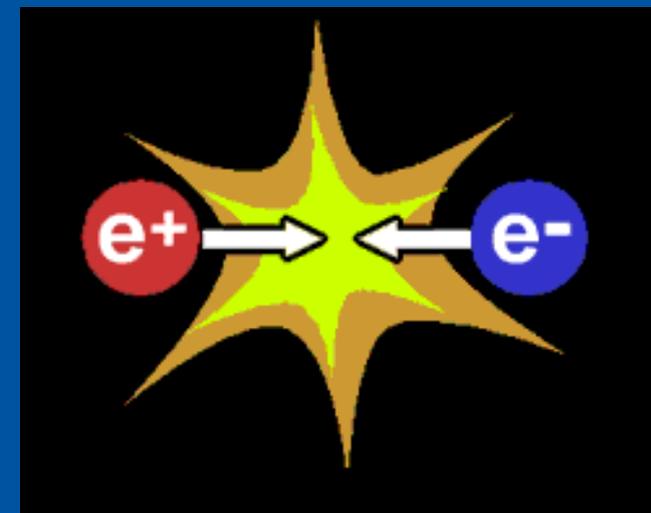


Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos

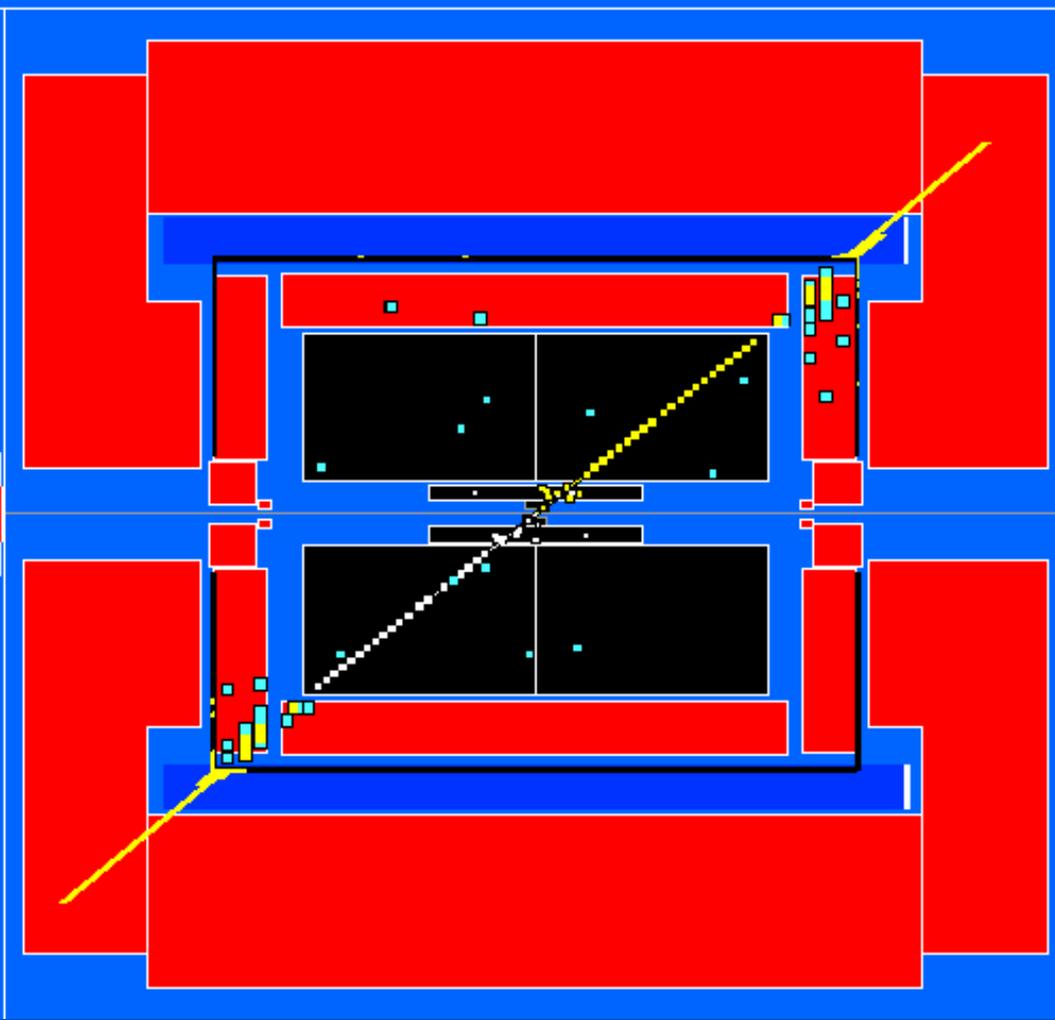
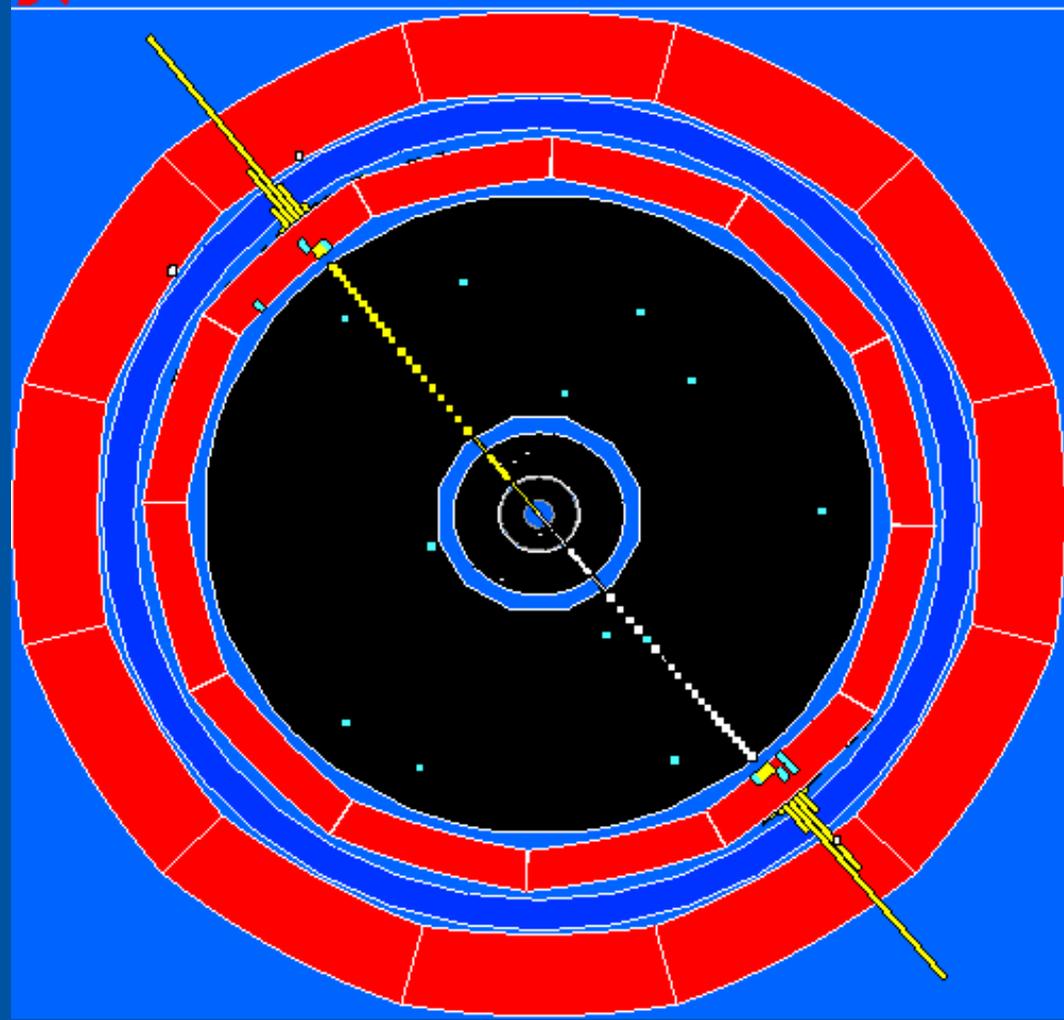


Conservación del momento lineal. Detector *ALEPH*,

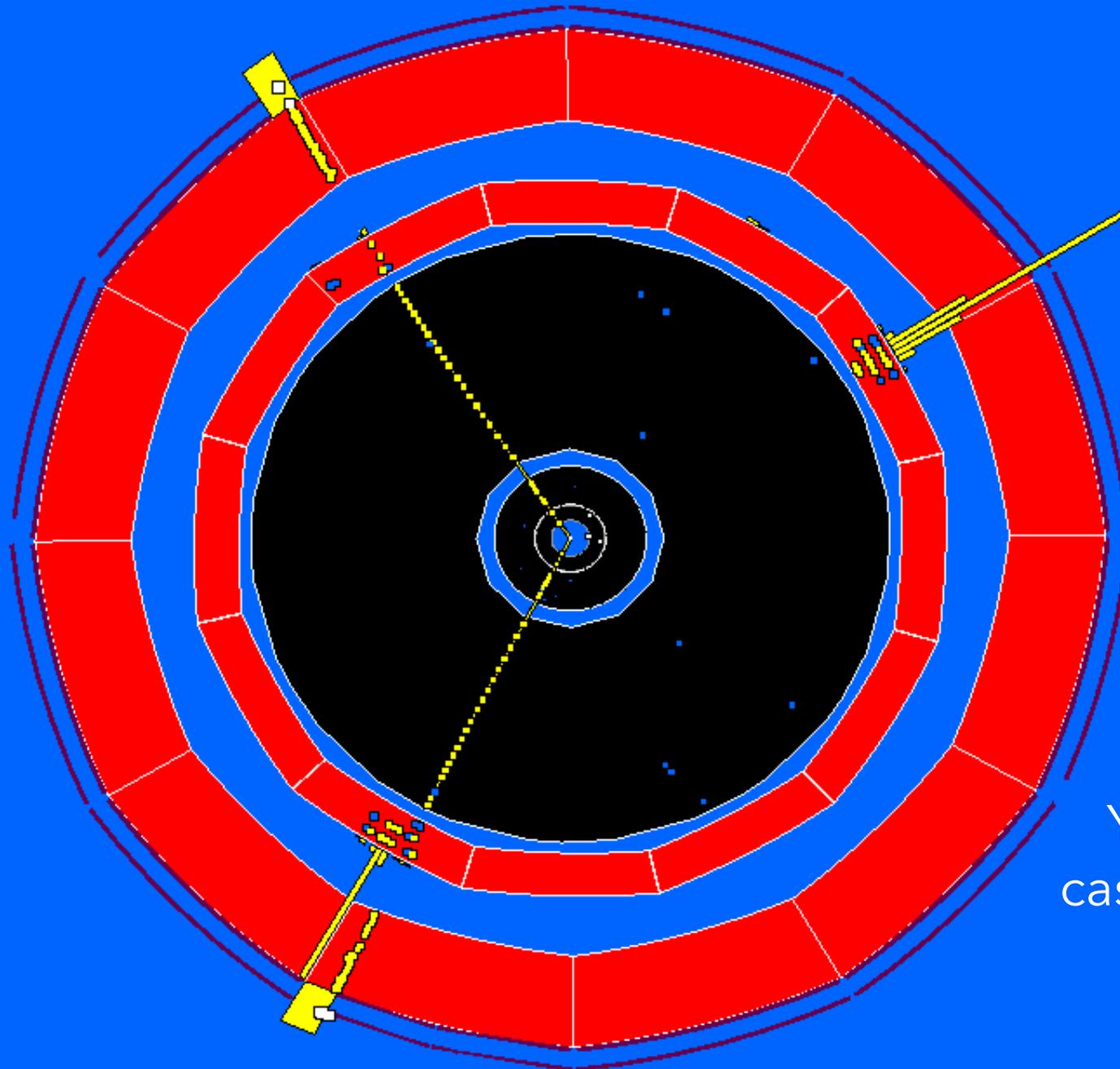
LEP



Run=15995 Evt=5435



Otra de conservación del momento lineal



Y en muchos
casos tenemos
datos
numéricos

Hay mucho material disponible y probado:

CINEMÁTICA, DINÁMICA, ENERGÍA, LEYES DE CONSERVACIÓN, GASES, ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO, ESTADÍSTICA...

PARA TODOS LOS NIVELES DESDE SECUNDARIA (no con la misma abundancia)

CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

POR EJEMPLO:

Viaje al corazón de la materia: <http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/> !!!

Física de partículas en el Instituto:

<http://www.educa2.madrid.org/web/fbarradas/inicio>

Acercándonos la LHC http://www.lhc-closer.es/pages_es/phy_1.html

Bibliografía (anticuada) de urgencia: <http://goo.gl/txNNz>

**ESO SIN CONTAR CON QUE
-NECESARIAMENTE EN ALGUNAS MATERIAS-
TENDREMOS QUE ADOPTAR UN**

Enfoque curricular

▶ Nuevo currículo

Física

▶ Definiciones

▶ Currículos básicos por enseñanzas

▶ Educación Infantil

▶ Educación Primaria

Desarrollo de la materia

Competencias específicas

Segundo curso

Competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos: segundo curso

Saberes básicos

D. Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas

- Principios fundamentales de la Relatividad especial y sus consecuencias: contracción de la longitud, dilatación del tiempo, energía y masa relativistas.
- Dualidad onda-corpúsculo y cuantización: hipótesis de De Broglie y efecto fotoeléctrico. Principio de incertidumbre formulado en base al tiempo y la energía.
- Modelo estándar en la física de partículas. Clasificaciones de las partículas fundamentales. Las interacciones fundamentales como procesos de intercambio de partículas (bosones). Aceleradores de partículas.
- Núcleos atómicos y estabilidad de isótopos. Radiactividad natural y otros procesos nucleares. Aplicaciones en los campos de la ingeniería, la tecnología y la salud.

OTROS ENFOQUES:

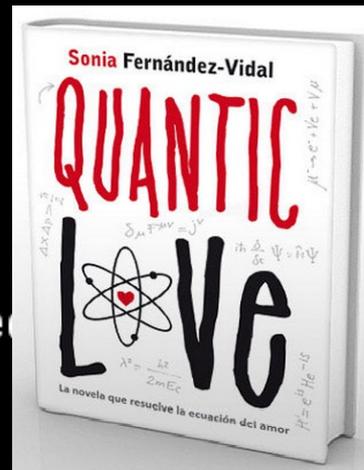
- A través de la ficción**
- A través de aplicaciones biomédicas (y otras...)**
- Construir detectores caseros**
- "Ciencia ciudadana"**

A través de la ficción

SCIENCE AND FICTION: FLASHFORWARD

CERN > FlashForward

Two minutes and seventeen seconds
that changed the world...



Robert Sawyer's novel FlashForward is currently being transformed into a big budget ABC TV series. Sawyer's story follows a research team using the particle accelerator at CERN in pursuit of the elusive Higgs Boson, a theoretical subatomic particle. But instead of finding the Higgs, the consciousness of the entire human race is thrown ahead by twenty-one years.



SCIENCE BEHIND THE STORY



European Organization for Nuclear Research

ANGELS & DEMONS

the science behind the story



Français English

Física de partículas y (bio)medicina:

<http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/aula/aula0.html> !!!

- Física de partículas y medicina

Se trata de encontrar la relación entre una noticia de prensa que habla de la extensión de la tomografía de emisión de positrones como técnica diagnóstica y las dificultades que supone su coste con la imagen de un suceso en el colisionador LEP del CERN.

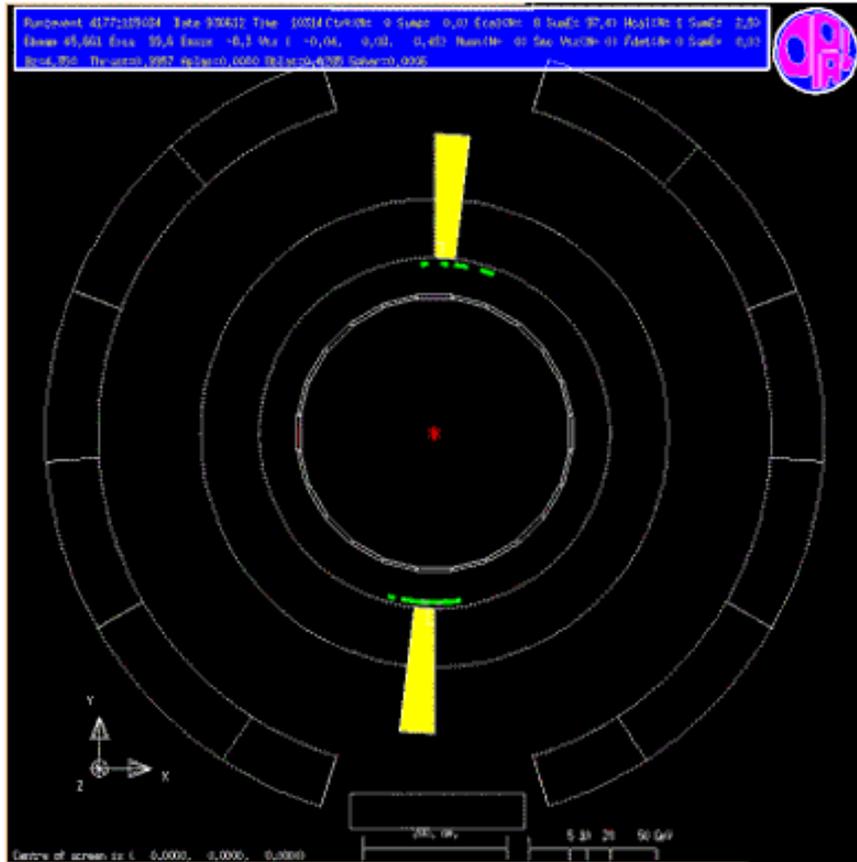


Foto CERN

Reconstrucción de un suceso en el colisionador LEP del CERN. En el punto rojo del centro se han hecho chocar un electrón y un positrón.

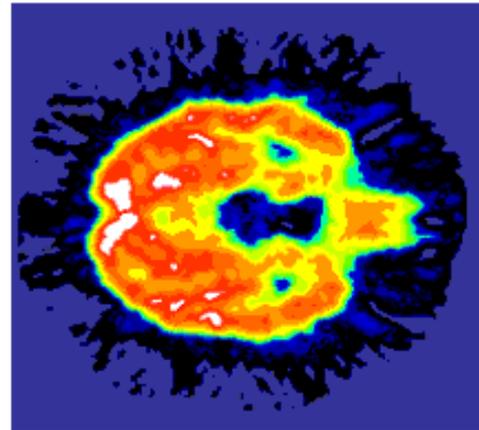


Foto Brunel University

Imagen del cerebro por escáner PET. Se usan para el diagnóstico médico y para investigar, por ejemplo, cómo cambia cuando se piensa o se lee.

Y quien dice medicina dice tecnología o computación o tantas cosas que salen en los medios...

A primera vista, la relación puede no existir, pero cuando se rasca un poco la superficie, sí aparece un enlace directo y natural... Tal como se empleó en el aula, los alumnos sabían interpretar las imágenes del detector (ver la sección 2.4 de la Introducción para alumnos y las secciones 4.2.2b y 3.2 de la Introducción para profesores)

DEMUESTRAN LA EFICACIA DE UNA PROTEÍNA QUE PUEDE INHIBIR EL VIRUS DEL VIH-1

INICIO / ACTUALIDAD / NOTICIAS / DEMUESTRAN LA EFICACIA DE UNA PROTEÍNA QUE PUEDE INHIBIR EL VIRUS DEL VIH-1

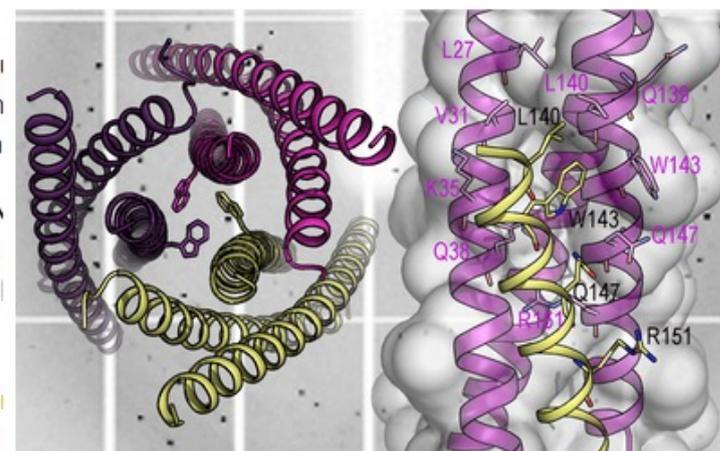
Utilizando los brillantes rayos X del Sincrotrón ALBA, un grupo de investigadores ha resuelto la estructura cristalina de una cadena proteica sintética que puede evitar la infección del **VIH-1**.

La glicoproteína gp41 forma parte de la envoltura del virus de la inmunodeficiencia humana. Durante la infección del **VIH-1**, dos regiones de gp41 (la repetición NHR y CHR respectivamente) pueden ser accesibles a inhibidores de manera temporal.

Los investigadores diseñaron una **cadena proteica simple que imita la superficie de NHR**. De esta manera, esta cadena evita que el virus se pliegue e infecte a la célula huésped, tal y como lo hacen los pseudovirus y virus aislados. El siguiente paso fue **hacer crecer la proteína en cristales** generados en el [Sincrotrón ALBA](#).

Los experimentos de difracción de rayos X realizados en la **línea de luz XALOC** han permitido confirmar su capacidad de imitar a la perfección la superficie de NHR en la región

Esta proteína - que es muy estable y precisa - tiene un **gran potencial para el desarrollo de fármacos, vacunas o microbicidas contra el VIH-1**.



PARTÍCULAS DE VERDAD DETECTORES CASEROS "Ver" para creer

**¿Es posible llevar al aula la
física experimental de
partículas?**

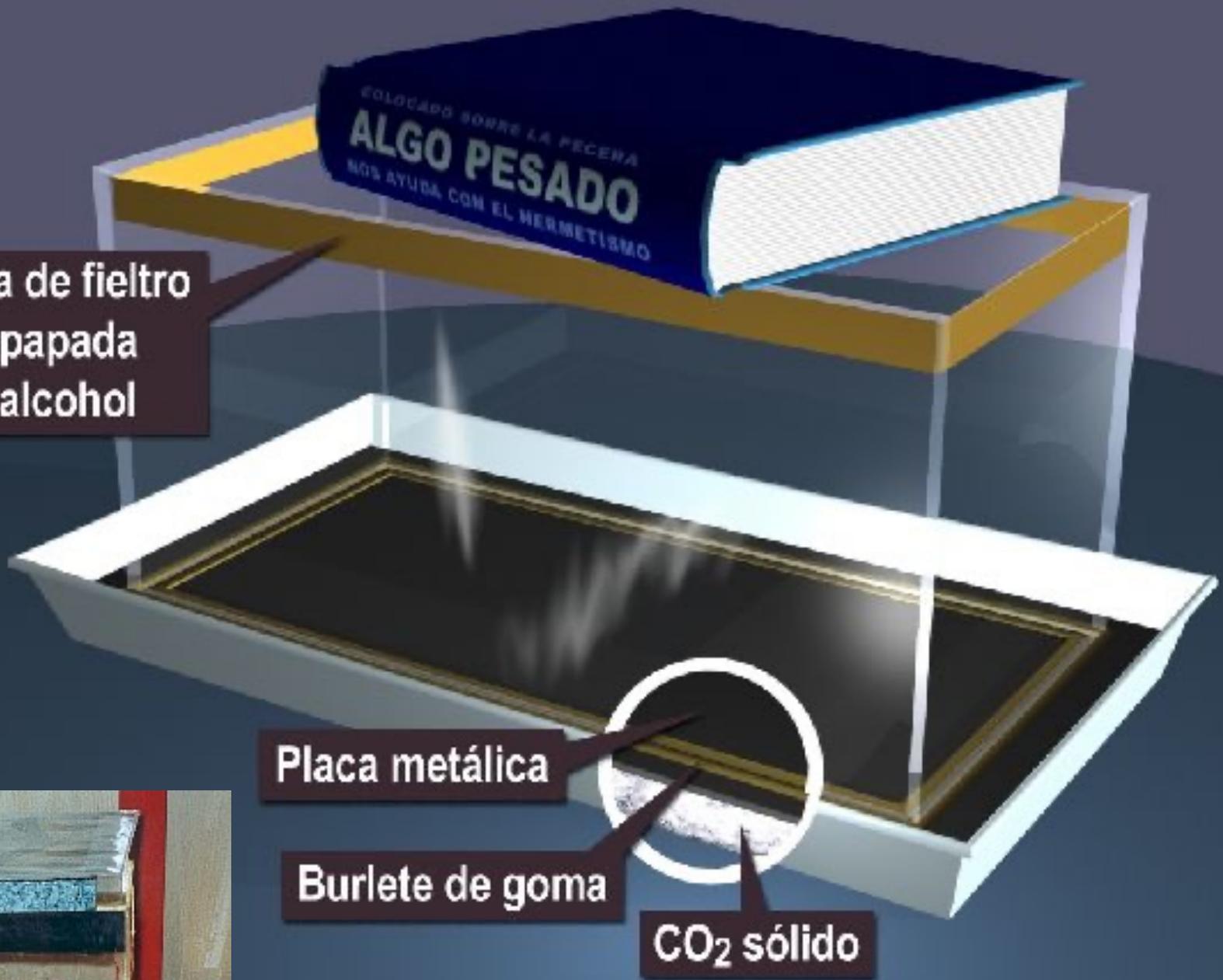
Tira de fieltro empapada de alcohol

Placa metálica

Burlete de goma

CO₂ sólido

La cámara de niebla



Opciones más avanzadas, que permiten medir cosas sobre los rayos cósmicos...



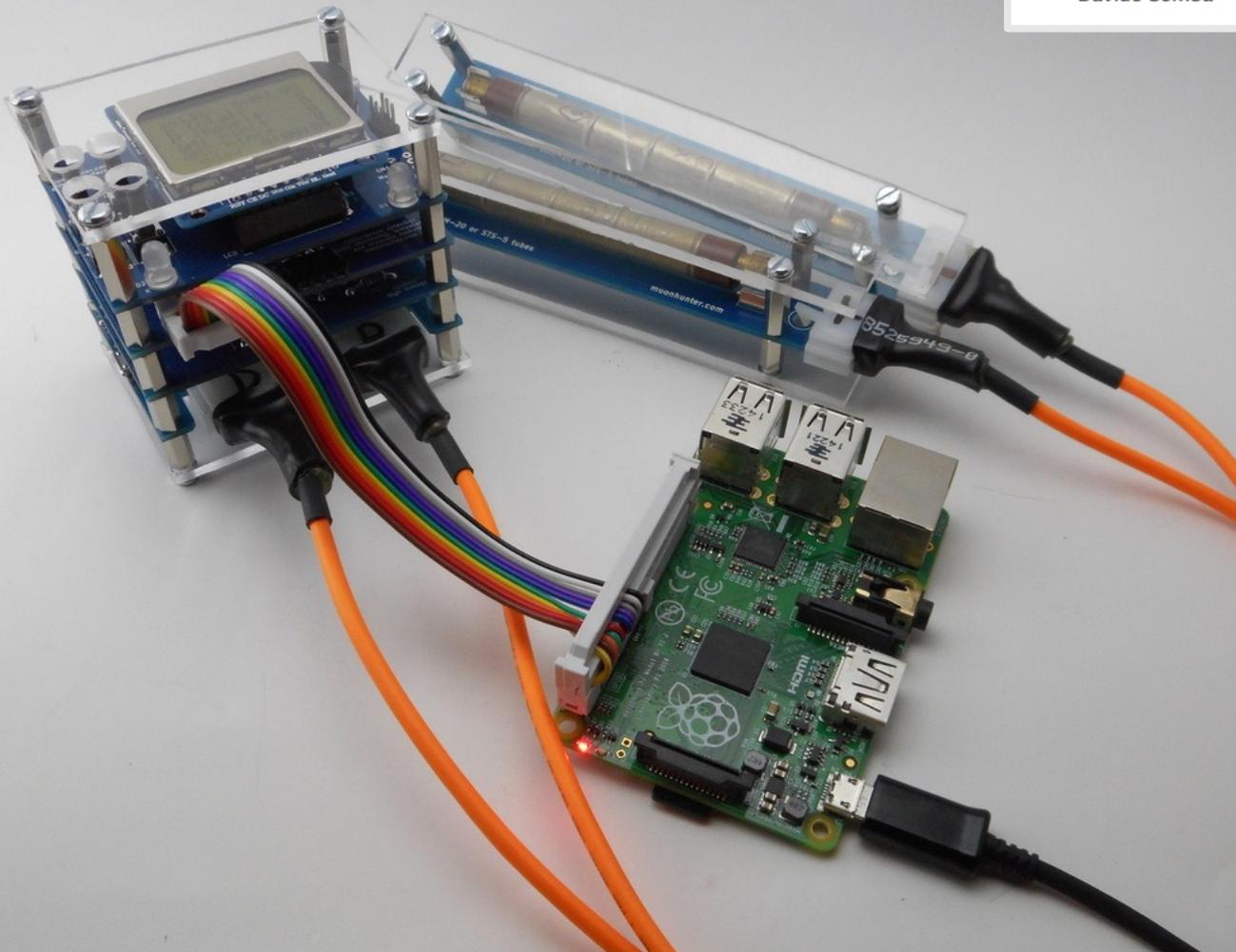
Home Buy Download Products ▾ Learning ▾ Forum Support ▾ Blog

« Speed Trap! A GPS-Based Speeding Alert

Cubeduino »

"BUILD YOUR OWN" GEIGER COUNTER [2 PART TUTORIAL]

Daide Gomba — April 13th, 2010



Arduino muon detector

September 3, 2009 By Zach Banks · 22 Comments



HACK A DAY

La main à la pâte



Trabajar con “datos reales”

Como hacen la mayoría de los físicos experimentales de partículas que “no se manchan las manos”

<https://opendata.cern.ch/docs/cms-guide-for-education>

Explore more than **two petabytes** of open data from particle physics!

Start typing... Search

search examples: [collision datasets](#), [keywords:education](#), [energy:7TeV](#)

Explore

- [datasets](#)
- [software](#)

Focus on

- [ATLAS](#)
- [ALICE](#)

[://opendata.cern.ch](https://opendata.cern.ch)

Home

Information for
High School Students

Information for
Teachers and Educators

Information for
Institutes and Physicists

Schedule

Intl. Day of Women
and Girls in Science

My Country

Algeria
Argentina
Armenia
Australia
Austria
Belgium
Bosnia and
Herzegovina
Bulgaria
Brazil
Canada
Cape Verde
Chile
China
Colombia
Croatia



Participating Institutes
SPAIN

Institutes

<input type="checkbox"/>	Barcelona:	University of Barcelona
<input type="checkbox"/>	Barcelona:	Institut de Física d'Altes Energies
<input type="checkbox"/>	A Coruña:	Universidade da Coruña
<input type="checkbox"/>	Granada:	University of Granada
<input type="checkbox"/>	Madrid:	IFT (CSIC - Autonomous University of Madrid)
<input type="checkbox"/>	Madrid:	CIEMAT
<input type="checkbox"/>	Santander:	IFCA (CSIC-University of Cantabria)
<input type="checkbox"/>	Santiago:	Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE)
<input type="checkbox"/>	Valencia:	IFIC (CSIC-University of Valencia)
<input type="checkbox"/>	Zaragoza:	University of Zaragoza

National Responsible



Jesús Puerta Pelayo

CIEMAT - Particle Physics Unit
Av. Complutense, 40
28040 Madrid
España



+34 91 346 6282



Jesus Puerta Pelayo

Talleres prácticos de física de partículas (también los hay de otras disciplinas afines) con charlas y análisis de datos reales simplificados. A menudo incluyen la puesta en común de los resultados con grupos de otros países.

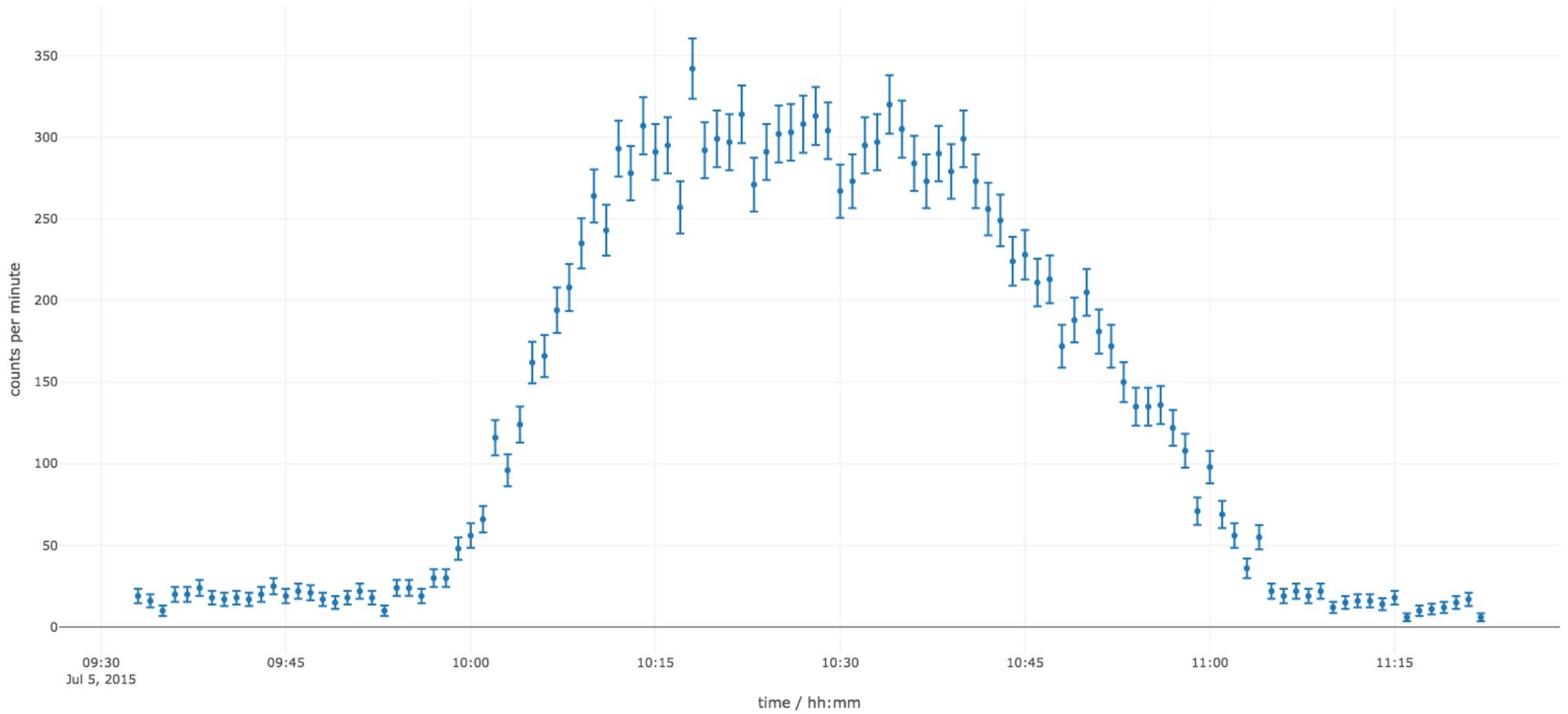
IFAE: <https://physicsmasterclasses.ifae.es/>

ICCUB: <https://serviparticules.ub.edu/tallers-fisica-particules>

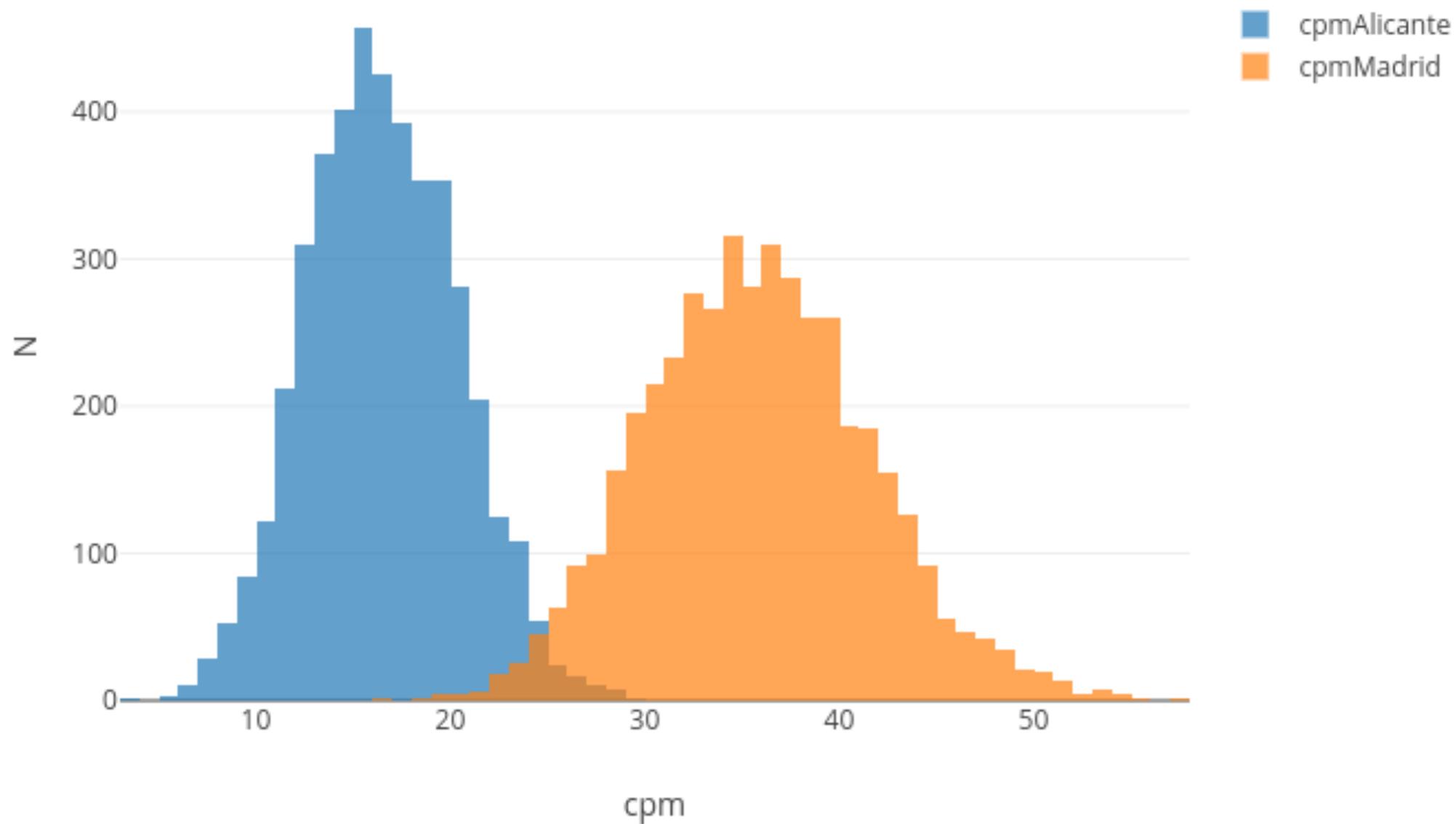
Con un simple geiger comercial



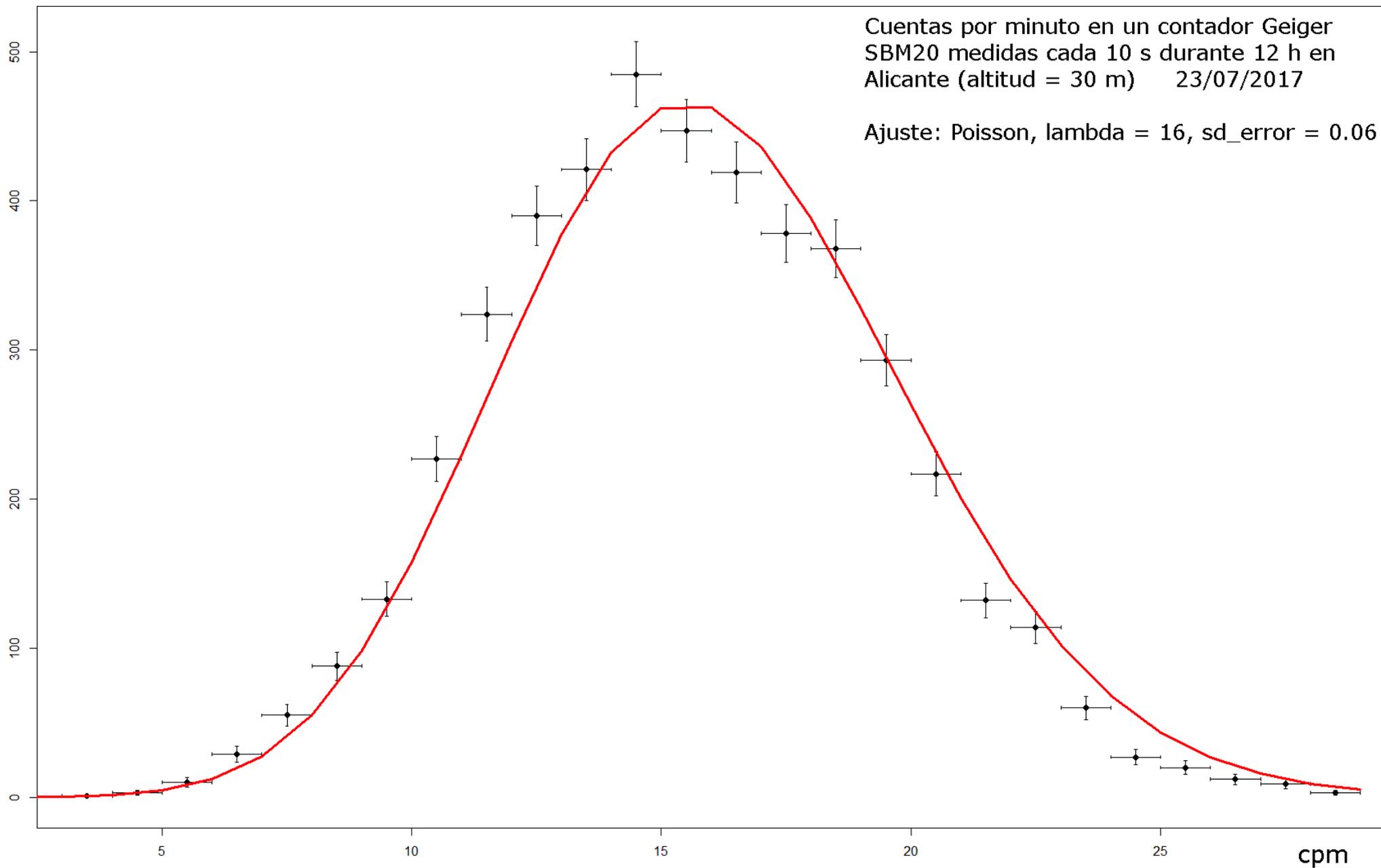
GM COUNTER READINGS MAD --> GVA FLIGHT



Geiger cpm (10 s) in 12 hours: Madrid v Alicante



frecuencia / 1 cpm





An Inexpensive Cosmic Ray Detector for the Classroom

Jeffrey D. Goldader and Seulah Choi

Citation: *The Physics Teacher* **48**, 594 (2010); doi: 10.1119/1.3517025

View online: <http://dx.doi.org/10.1119/1.3517025>

View Table of Contents: <http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/tpt/48/9?ver=pdfcov>

Published by the [American Association of Physics Teachers](#)

Articles you may be interested in

Walther Bothe and Bruno Rossi: The birth and development of coincidence methods in cosmic-ray physics
Am. J. Phys. **79**, 1133 (2011); 10.1119/1.3619808

Student Projects in Cosmic Ray Detection

Phys. Teach. **47**, 494 (2009); 10.1119/1.3246465

Astroparticle Physics: Detectors for Cosmic Rays

AIP Conf. Proc. **857**, 382 (2006); 10.1063/1.2359423

Educational Cosmic Ray Arrays

AIP Conf. Proc. **828**, 271 (2006); 10.1063/1.2197427

Measuring and modeling cosmic ray showers with an MBL system: An undergraduate project

Am. J. Phys. **69**, 896 (2001); 10.1119/1.1370236

[arXiv.org](#) > [physics](#) > [arXiv:physics/0701015](#)

[Physics](#) > [Physics Education](#)

Educational cosmic ray experiments with Geiger counters

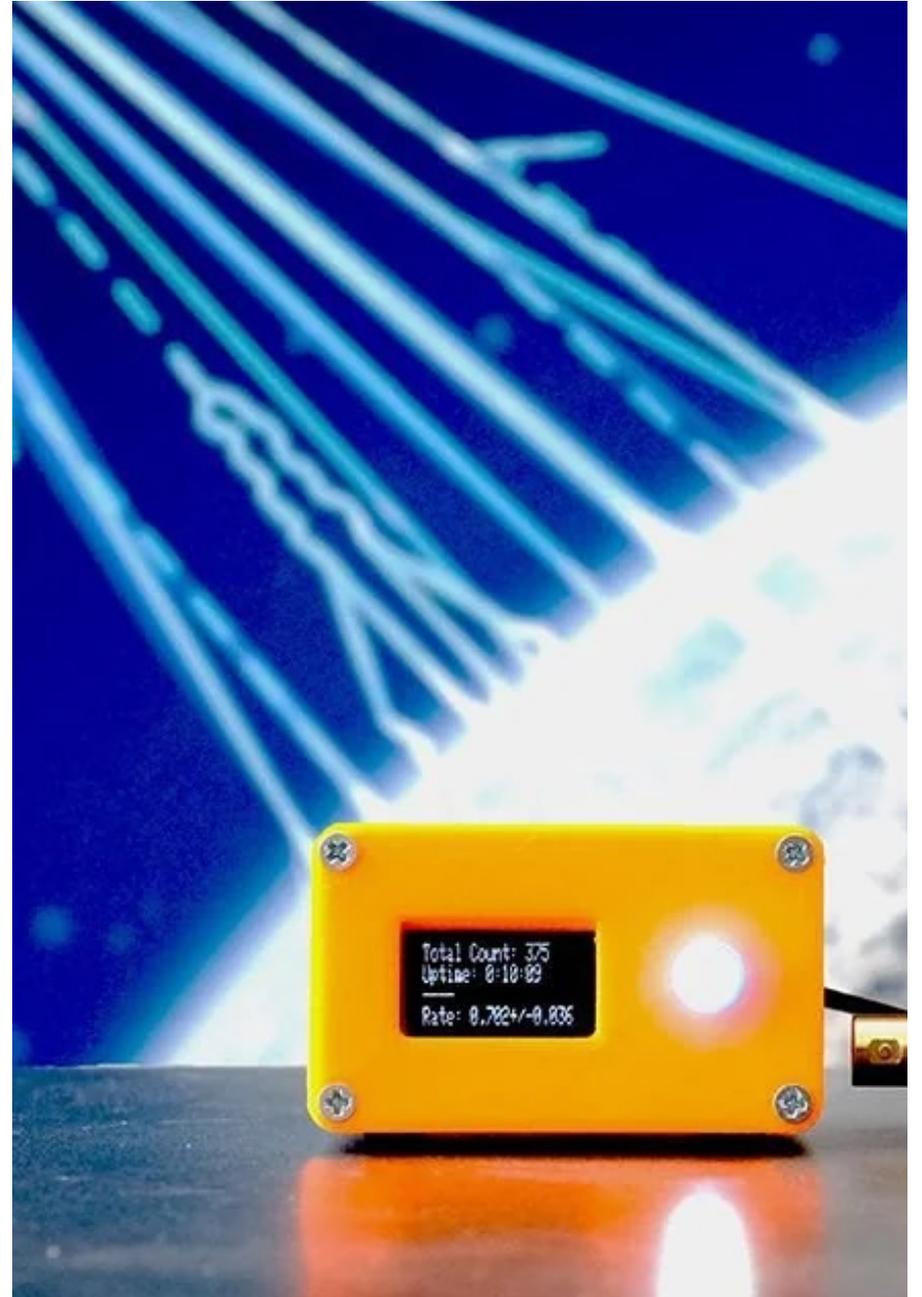
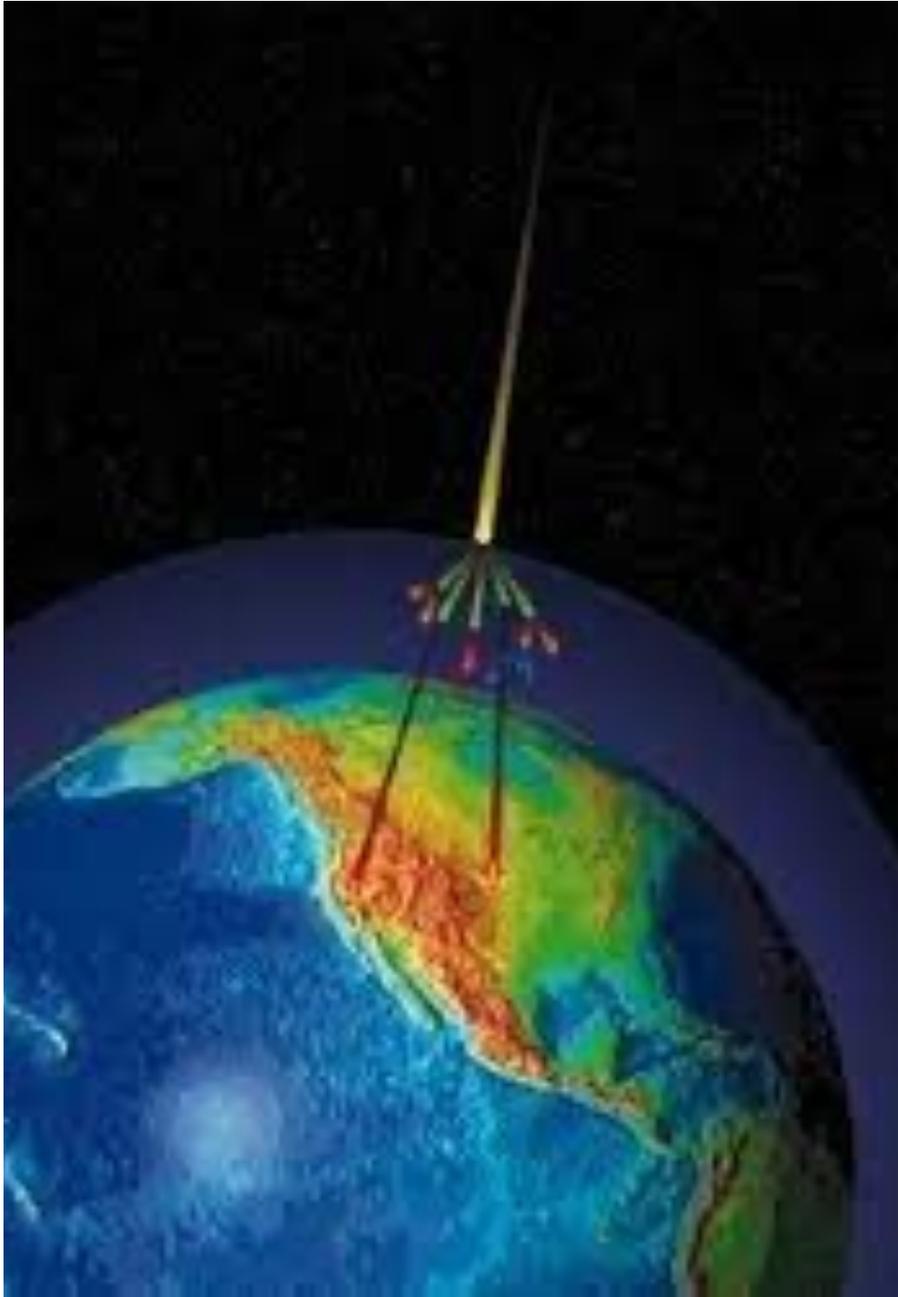
F.Blanco, F.Fichera, P.La Rocca, F.Librizzi, O.Parasole, F.Riggi

(Submitted on 31 Dec 2006)

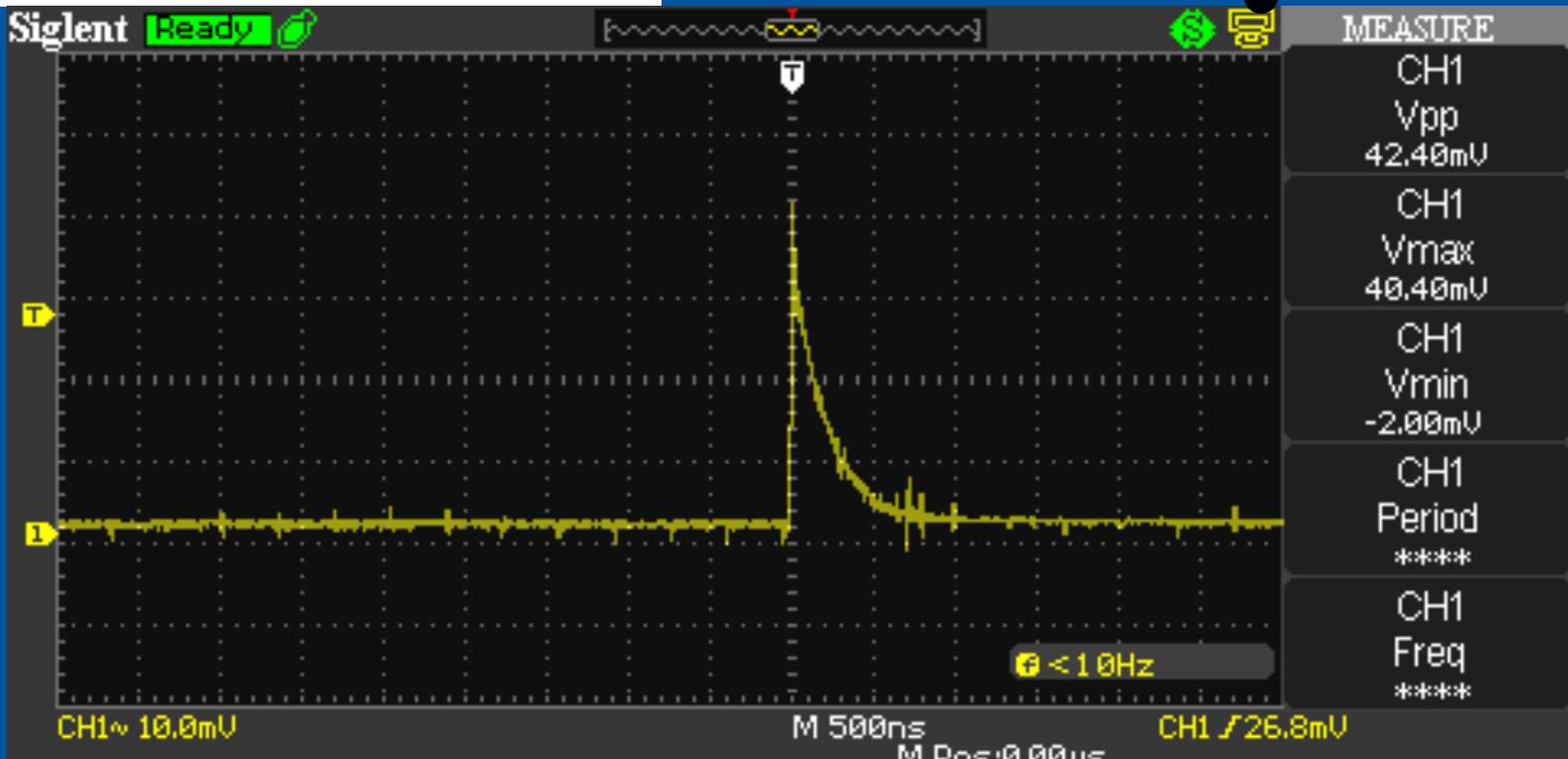
Un detector sencillo y asequible pero muy rico en posibilidades basado en plásticos centelleadores y fotomultiplicadores de silicio **que se puede hacer (o comprar en, por ejemplo,** <https://www.ukraa.com/store/categories/cosmic-rays>)



<http://www.cosmicwatch.lns.mit.edu/>



muon



Y claro...



MiniPIX EDU

An affordable device designed for physics classes where students can literally “see” the radiation surrounding us. It is a miniaturized and low-power solution of radiation camera with single particle counting or particle tracking detector Timepix. The standard MiniPIX EDU system incorporates a single Timepix detector (256 x 256 pixels with a pitch of 55 μm) with 300 or 500 μm thick silicon.

ADMIRA

Proyecto MEDRA

MadPIX

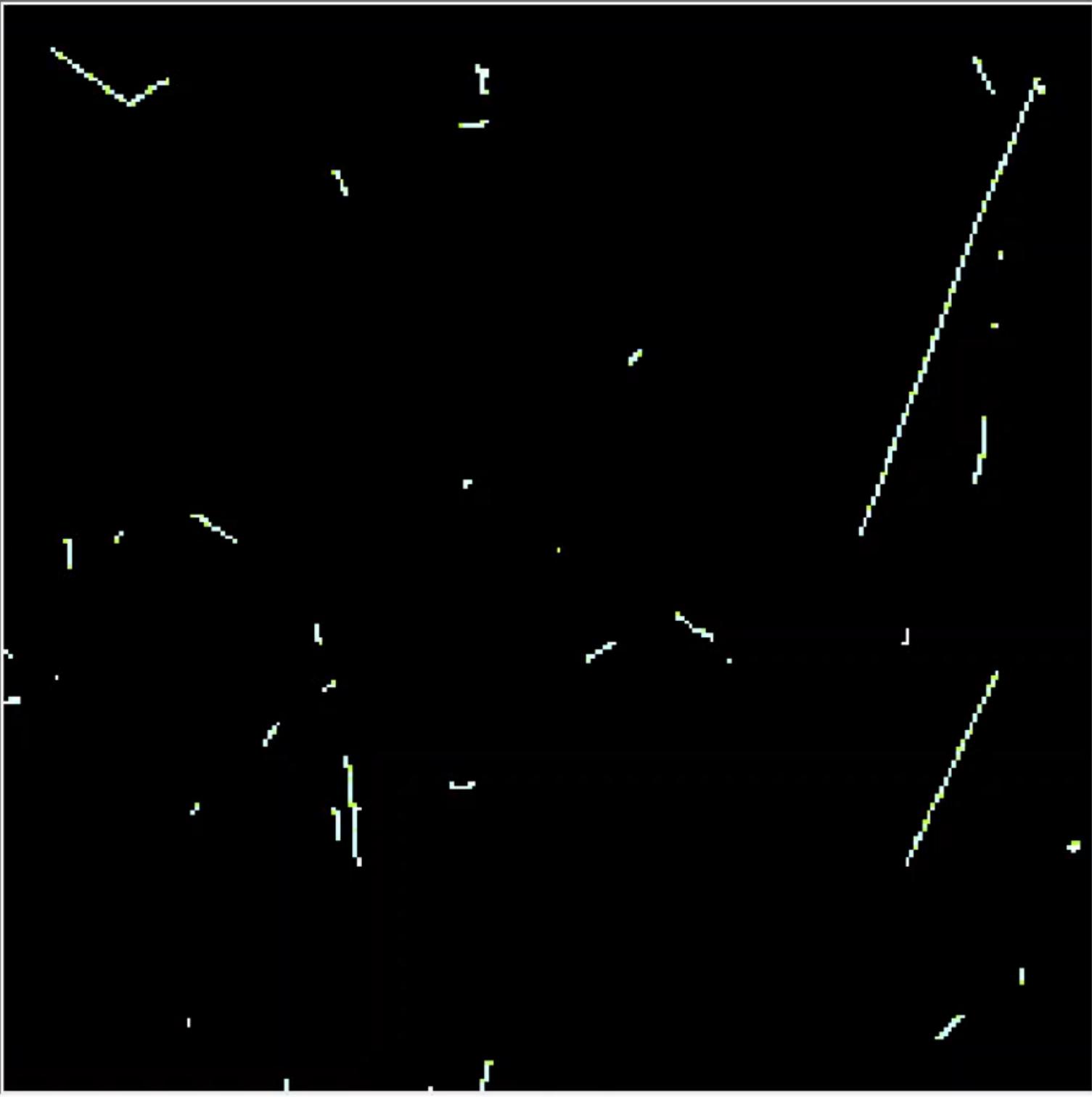
Es un proyecto de INNOVACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO
Consejería de Educación
Comunidad de Madrid



256

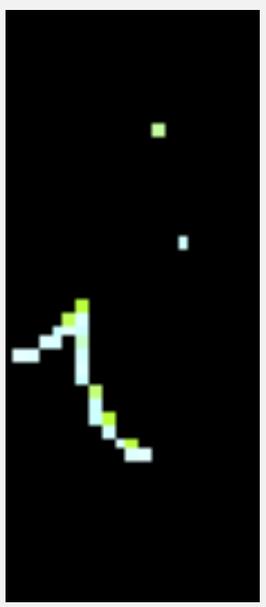
Y

1



X (column number)

256



FINALMENTE,
hay muchas otras
cosas en las que
podéis participar
empezando por →

Aquí hay física de partículas



English Español

CONVOCATORIAS Y EVENTOS DIVULGACIÓN TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO CPAN

Lista de participantes

1. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
2. Centro Nacional de Aceleradores (CNA).
3. Instituto de Ciencias del Cosmos (ICCUB).
4. Instituto de Ciencias del Espacio (ICE).
5. Instituto de Estructura de la Materia (IEM).
6. Instituto de Física de Altas Energías (IFAE).
7. Instituto de Física de Cantabria (IFCA).
8. Instituto de Física Corpuscular (IFIC).
9. Instituto de Física Teórica (IFT).
10. Instituto Gallego de Física de Altas Energías (IGFAE).
11. Instituto de Física Fundamental (IFF).
12. Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM).
13. Instituto tecnológico de Aragón (ITAINNOVA).
14. Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC).
15. Universidad de Alcalá de Henares (UAH).
16. Universidad Autónoma de Madrid (UAM).
17. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
18. Universidad de Granada (UGR).
19. Universidad de Huelva (UHU).
20. Universidad de las Islas Baleares (UIB).
21. Universidad de Murcia (UM).
22. Universidad de Zaragoza (UNIZAR).
23. Universidad de Oviedo (UO).
24. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
25. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
26. Universidad Ramon Llull (URL).
27. Universidad de Sevilla (US).
28. Universidad de Salamanca (USAL).

El CPAN, además de los enlaces a los grupos de investigación es una buena fuente de información sobre actividades educativas y de divulgación:
<https://www.i-cpan.es/es/content/divulgaci%C3%B3n>

Noticias >

Convocatorias y eventos >

Divulgación >

> Aplicaciones de la física de partículas

> El Modelo Estándar

> La física del LHC

> El bosón de Higgs

> ¡Pregunta a un experto!

> Concurso

> **EL CPAN en el instituto**

> Charlas

> Material de divulgación

> Enlaces

Información institucional >

Colaboración nacional e internacional >

El CPAN en el instituto

'El CPAN en el Instituto' es una actividad organizada por el Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN). Con ella queremos acercar a los centros educativos la investigación que realizan los grupos del CPAN: el descubrimiento del **bosón de Higgs** o la búsqueda de **materia oscura** en el LHC; los estudios sobre **neutrinos**, la 'partícula fantasma'; los avances en física nuclear para conocer los límites del átomo; y las **aplicaciones** de todo esto, como las técnicas de Física Médica contra el cáncer.

Esta actividad consiste en dos acciones. El CPAN ofrece una serie de **CHARLAS DIVULGATIVAS** a demanda para Institutos de Educación Secundaria, donde expertos del CPAN se desplazan a los centros educativos en una fecha acordada para dar una charla a los alumnos sobre uno de los temas propuestos.

El CPAN en el Instituto no se limita a la realización de las conferencias. Queremos establecer un canal de comunicación entre los centros de investigación y los centros educativos que pueda servir para asesorar al profesorado de educación secundaria y a los estudiantes en temas fundamentales de la investigación que se realiza en la vanguardia de la Física actual. ¡Esperamos tu participación!

- [¿Qué es la Física Nuclear?](#)
- [¿Qué es la Física de Astropartículas?](#)
- [¿Qué es la Física de Partículas?](#)

[¿Qué es la Física Nuclear? >](#)

Y recordad: colaboración

Paco Barradas

Consejería de Educación

Comunidad de Madrid

fbarradas@educa.madrid.org

Coordinador del Programa nacional del CERN
para profesores en España

francisco.barradas.solas@cern.ch

FIN parte 1 ¡Gracias!

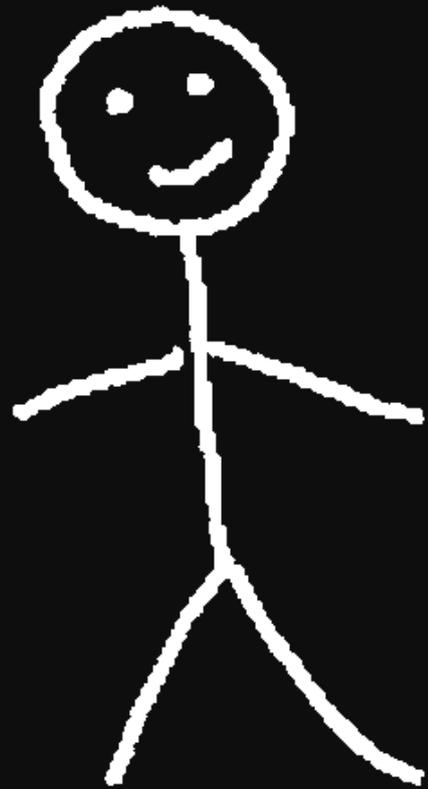
Francisco Barradas Solas
Coordinador del programa español del CERN para profesores

Subdirección General de Programas de Innovación y Formación del
Profesorado
Consejería de Educación
Comunidad de Madrid

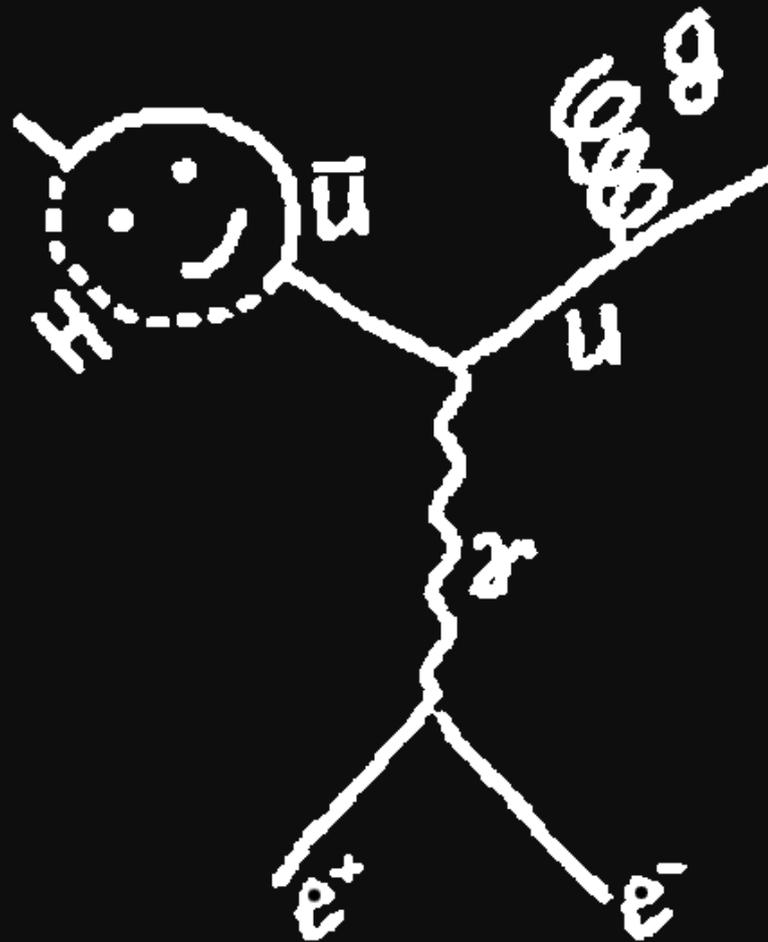
WHAT HAS CERN

EVER DONE FOR US?

My trip to CERN



Before



After



Inspire and educate

Training tomorrow's scientists and engineers and promoting the uptake of careers in STEM is part of CERN's mission

The CERN Convention recognised the important role that the Laboratory could play in training future scientists and engineers. Indeed, CERN offers a unique environment for learning and training – a rich and stimulating melting pot of people and ideas including exceptional opportunities.

As a large accelerator laboratory, CERN relies on expertise in many engineering subjects, all of which feature in the recruitment and training programmes for undergraduates to doctoral students. There are opportunities for students in applied physics, engineering and computing to learn on the job at CERN and for technicians to train in fields at the cutting edge of technology. The comprehensive range of training schemes and fellowships attracts many talented young scientists and engineers to the Laboratory. Many go on to find careers in industry, where their experience of working in a high-tech, multi-national environment is highly valued. The Laboratory also runs a summer programme for undergraduate students. For professionals further on in their careers, CERN organises highly regarded schools in particle physics, computing, and accelerators.

Moreover, CERN's education and outreach programmes target learners of all ages, in particular high-school students and high-school teachers. Specifically, CERN Teacher Programmes offer professional development for science teachers from around the world. High-school students can take part in the Beamline for Schools competition, encouraging them to propose an experiment to carry out at a real research laboratory. Moreover, the CERN-Solvay Education Programme offers online learning resources as well as an international student camp. All of CERN's education opportunities for high-school students and high-school teachers are supported by and further developed through by Physics Education Research.

[RESEARCH](#)

[TEAM](#)

[PUBLICATIONS](#)

[RESOURCES](#)

Physics Education Research



<https://home.cern/about/what-we-do/inspire-educate>



› **CERN Teacher Programmes**

Professional development for in-service science teachers



› **Beamline for Schools**

Competition for teams of high-school students



› **CERN-Solvay Education Programme**

Online learning and high-school student camp



› **Physics Education Research**

Research results and modern physics education resources



› **High-School Student Internships**

Job shadowing opportunities

Visit CERN

Scroll down to discover what CERN Science Gateway has to offer !

Highlights

Exhibitions

Plan

Events

International Teacher Programmes



In addition to national teacher programmes, CERN offers two 2-week international teacher programmes: The **International High School Teacher (HST) Programme** and the **International Teacher Weeks (ITW) Programme**. Both programmes are delivered entirely in English and are open to in-service science teachers from around the world. The goals of CERN's international teacher programmes are:

- To support teachers' professional development in the field of particle physics.
- To promote the teaching of particle physics in high schools.
- To facilitate the exchange of knowledge and experience among teachers of different nationalities.
- To stimulate activities related to the popularisation of physics within and beyond the classroom.
- To help CERN establish closer links with schools all around the world.

Select the respective programme to find out more about upcoming sessions and how to apply. You can also access the programme agendas of previous international programmes and explore archived material.

Spanish Teacher Programmes

NATIONAL COORDINATORS

FRANCISCO BARRADAS SOLAS

PABLO GARCIA

UPCOMING PROGRAMMES

23 - 28 JUNE 2024

21 - 26 JULY 2024

<https://teacher-programmes.web.cern.ch/spanish-teacher-programme>

El programa español para profesores del CERN está destinado a los docentes de ciencias y tecnología en niveles preuniversitarios.

Generalmente tiene lugar de domingo a viernes y consta de una serie de conferencias, sesiones de discusión, talleres prácticos y visitas a instalaciones del CERN. Todas estas actividades se desarrollan fundamentalmente en idioma castellano. Los participantes, que se alojan en una de las residencias del CERN, podrán hacerse una idea de la vida del laboratorio y quienes trabajan en él.

El principal objetivo de los programas para profesores del CERN es llevar la ciencia moderna a las aulas para contribuir a la cultura científica y fomentar los estudios en los campos asociados. Se espera que, tras participar en el programa, los profesores seleccionados compartan sus experiencias con los estudiantes, con sus colegas y con el público en general, actuando como embajadores de la ciencia y la ingeniería y, más en particular, de la física de partículas y del CERN.

Para la selección de los participantes se tendrán en cuenta su currículum y una carta de presentación en la que los candidatos expongan sus motivos para solicitar el programa y esbocen sus posibles contribuciones tras participar en él.

Solicitudes en abril!!!

FIN fin ¡Gracias!

Francisco Barradas Solas
Coordinador del programa español del CERN para profesores
francisco.barradas.solas@cern.ch

Subdirección General de Programas de Innovación y Formación del
Profesorado
Consejería de Educación
Comunidad de Madrid
fbarradas@educa.madrid.org