

## *Física de partículas en ESO y Bachillerato: Construcción de cámaras de niebla y experimentación en el Aula del Futuro.*

SESIÓN 1: 14 de enero de 16:40 a 20:00  
SESIÓN 2: 30 de enero de 16:40 a 20:00  
SESIÓN 3: 4 de febrero de 16:40 a 20:00

**Lugar:** Aula del Futuro del CP Juan de Lanuza

**Dirigido a:** Profesorado Secundaria y bachillerato

**Impartido por:** Jorge Pozuelo Muñoz, profesor del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación de Zaragoza



**Universidad**  
Zaragoza

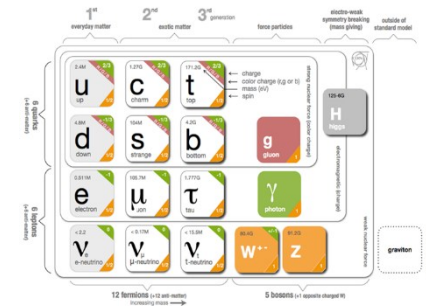
1474



# ¿Qué vamos a hacer y cómo?

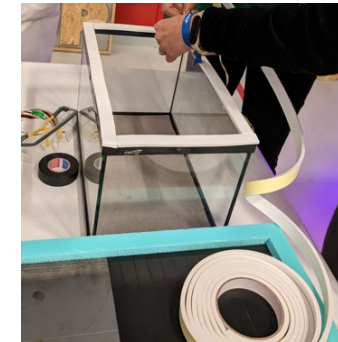
## SESIÓN 1

Introducción al Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la enseñanza de la física de partículas y planteamiento del problema: ¿cómo podemos demostrar que las partículas existen?



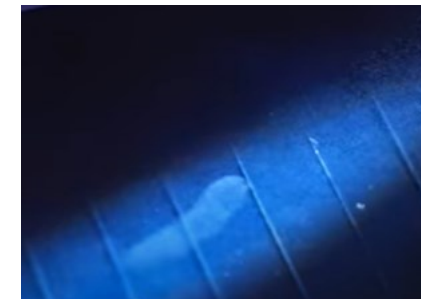
## SESIÓN 2

La cámara de niebla como objeto didáctico para el diseño de situaciones de aprendizaje. física experimental, termodinámica, electromagnetismo, física de materiales e ingeniería de diseño, programación, circuitos, radiactividad, física de partículas y más.



## SESIÓN 3

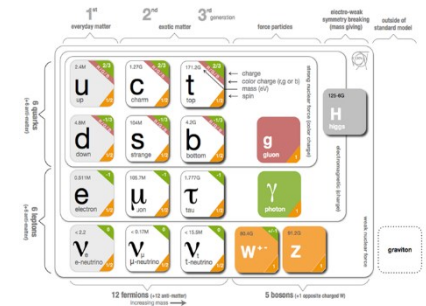
Observación con las cámaras de niebla, registro de vídeo/fotográfico de trazas, identificación y creación de un catálogo de partículas



# ¿Qué vamos a hacer y cómo?

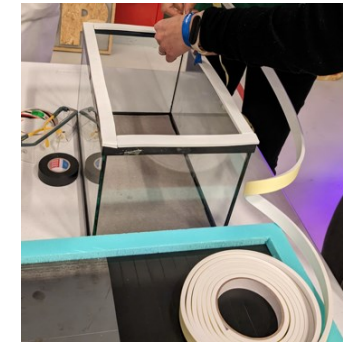
## SESIÓN 1

Introducción al Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la enseñanza de la física de partículas y planteamiento del problema: ¿cómo podemos demostrar que las partículas existen?



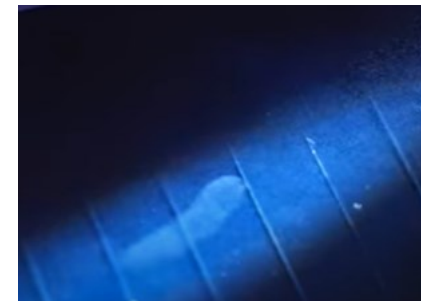
## SESIÓN 2

La cámara de niebla como objeto didáctico para el diseño de situaciones de aprendizaje. física experimental, termodinámica, electromagnetismo, física de materiales e ingeniería de diseño, programación, circuitos, radiactividad, física de partículas y más.



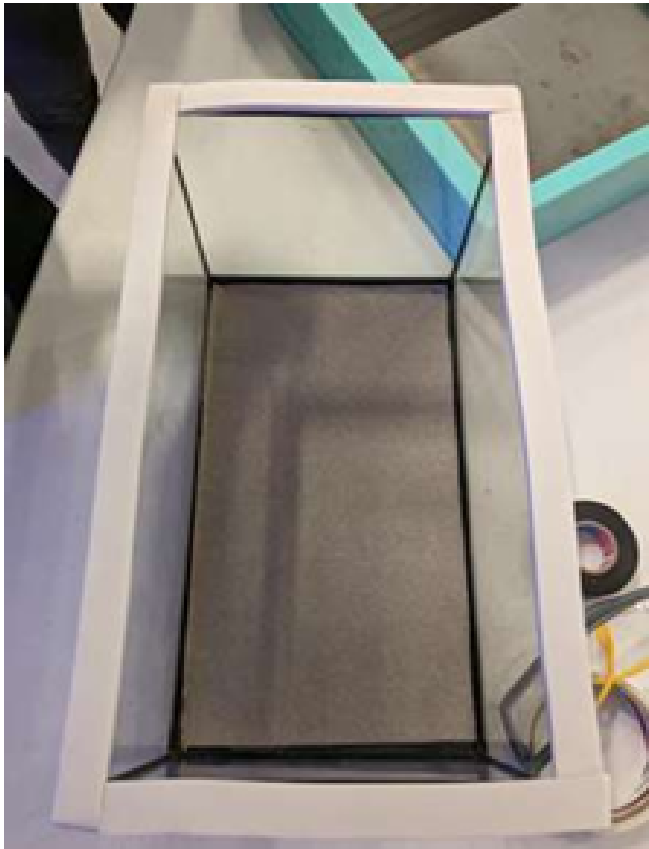
## SESIÓN 3

Observación con las cámaras de niebla, registro de vídeo/fotográfico de trazas, identificación y creación de un catálogo de partículas



# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

Figura 20.  
Filtro pegado al fondo y burlete colocado  
en los bordes.



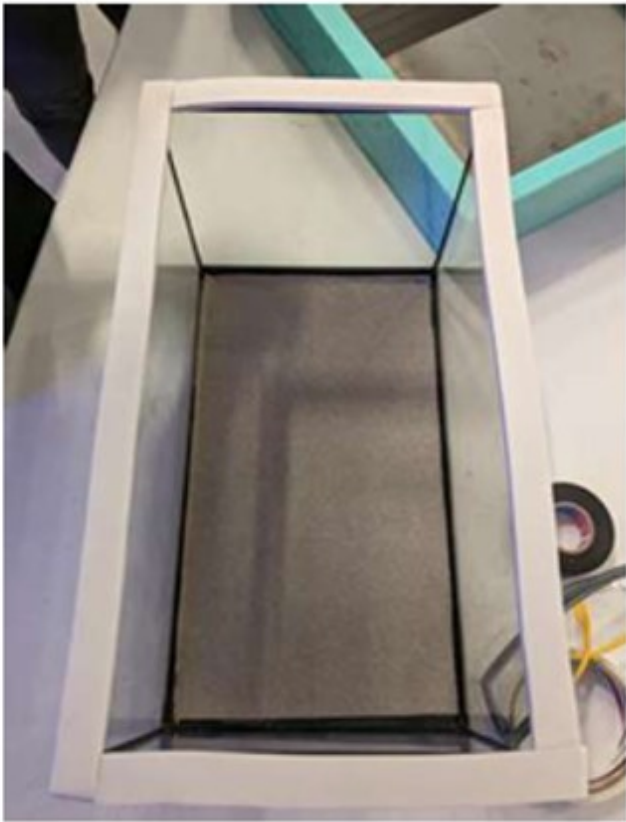
## MONTAJE DE LA CÁMARA DE NIEBLA

### 01 Colocación del filtro

El primer paso en la construcción de la cámara de niebla, será recortar un trozo de fieltro que sea del tamaño similar al del fondo del recipiente que utilizamos como cámara de niebla. Dadas las distintas pruebas realizadas, recomendamos que se recorte con medio centímetro de más aproximadamente por cada lado. El motivo de este tamaño adicional es que podamos encajarlo en el fondo y que al pegarlo, también exista cierta sujeción física por ese exceso de fieltro. Para sujetar el fieltro al fondo, podemos utilizar diferentes métodos. En nuestras cámaras de niebla, al ser de vidrio y no tenerlas agujereadas hemos utilizado la

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

Figura 20.  
Filtro pegado al fondo y burlete colocado en los bordes.



## 02 Revisión de los bordes de la cámara para crear un compartimento estanco

Una vez se ha colocado el filtro, y antes de colocar el hielo seco, es necesario asegurarse de que cuando coloquemos el recipiente transparente que utilizaremos como cámara de niebla sobre la plancha metálica, este tiene la forma necesaria para que quede aislado del

opción es colocar plastilina por los bordes exteriores una vez se ha colocado la cámara de niebla. En la figura 20, se puede observar una cámara con burlete puesto.

## 03 Limpieza de la cámara

El montaje de la cámara de niebla debe comenzar por intentar limpiar lo mejor posible las paredes interiores y exteriores del cuerpo de la cámara de niebla para posteriormente poder observar con la máxima nitidez que las condiciones me permitan.

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

Y ahora, el **HIELO SECO**: Aspectos prácticos

¿Cuánto necesitamos?

Para una sesión de 2 horas nos debe bastar con unos 2 kg

¿Sirven todos los tipos? Sí



¿Dónde conservarlo y cuánto tiempo dura?

Puede durar unos 2 días guardado en nevera



**PRECAUCIÓN:** Proteger piel y ojos por quemaduras

¿Es difícil conseguirlo?

No. Hay muchas empresas que lo venden (incluso online). Dejo enlace a algunas de ellas.

[San Lamberto 2000](#) (en Cuarte de Huerva)

[Air Liquide](#) (en Zaragoza)

[Carbuos Metálicos](#) (en Zaragoza)

Y seguro que hay muchas otras

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción



## 04 Colocación del hielo seco

Para manipular el hielo seco se recomienda extremar precauciones para evitar quemaduras por su contacto con la piel. Para ello, haremos uso de guantes para trabajar en temperaturas criogénicas y gafas de laboratorio. Ahora bien, la utilización de guantes específicos no es estrictamente necesario siempre y cuando no se mantenga el hielo sobre la piel durante demasiado tiempo. A su vez, nos podremos ayudar de una pala metálica para poner el hielo seco sobre el recipiente (figura 20). La cantidad de hielo seco que hay que colocar depende del tamaño de nuestros recipientes. Recomendamos, que se ponga una capa algo más elevada del hielo de la chapa metálica, para después poder apretar la chapa contra el hielo y hacer que este bajo y que la superficie de contacto sea máxima.

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

## 05 Colocación de la plancha metálica



El metal "chilla"...  
Otra pregunta que surge....

¿¿Por qué "grita" el metal?? ¿¿quéeee???

Creemos haber encontrado la respuesta...



## 2.1. La cámara de niebla: Construcción



### 05 Colocación de la plancha metálica

La colocación de la plancha metálica es uno de los pasos decisivos en la construcción de la cámara de niebla, ya que, es necesario conseguir el máximo de superficie de contacto entre la plancha metálica y el hielo. Para ello, colocaremos hielo seco hasta el borde en el que se coloca la placa, teniendo en cuenta, que se puede añadir algo más, para después “aplastarlo con la chapa metálica”. Una vez tenemos esa cantidad de hielo, colocamos la placa y aplicamos toda la fuerza que podamos sobre la misma. En ese momento, se escuchará un “chillido” muy agudo provocado por el contacto entre la chapa metálica y el hielo. En nuestro caso, utilizamos el nivel del sonido como un indicador de que se está produciendo suficiente contacto entre la chapa y el hielo, de manera que, “mientras más se escucha el sonido, mejor contacto se está produciendo”. El motivo por el que se produce este sonido es la vibración del metal provocada por el paso a estado gaseoso del hielo seco cuando entra en contacto con la plancha metálica.

## 2.1. La cámara de niebla: Construcción



### 06 Uso del alcohol isopropílico

En este momento es necesario impregnar el fieltro con alcohol isopropílico. Para ello, podemos hacer uso de una botella de lavado de laboratorio, intentando evitar que al empapar el fieltro, se manchen las paredes. La cantidad de isopropanol utilizado depende tanto de las dimensiones de la cámara como del tipo de fieltro utilizado. La clave está en empaparlo bien, y en recoger el isopropanol sobrante. Una vez se ha hecho este paso, se vuelven a limpiar las papeles con un papel, para evitar reflejos por las posibles gotas de isopropanol. También resulta de ayuda, poner algo de alcohol a lo largo de todo el borde de la cámara para que al colocarla en la plancha metálica haga efecto de ventosa.

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción



## 06 Uso del alcohol isopropílico

Nosotros lo vamos a poner utilizando jeringuillas  
¿Cuánto hay que poner? Podemos medirlo...

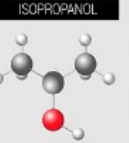
Es importante que sea este tipo de alcohol

Podemos intentar que no se manche demasiado la pecera

Podemos poner en el borde de la cámara sellar mejor



**ALCOHOL ISOPROPÍLICO**  
PUREZA 99,9%  
ECO-301



**DESCRIPCIÓN:**  
El alcohol isopropílico también llamado isopropanol o 2-propanol es un alcohol incoloro, inflamable con olor intenso y miscible en agua, etanol, cloroformo, éter y glicerina.

**APLICACIONES:**  
Mezclado con agua es muy utilizado en la limpieza de lentes de objetivos fotográficos y todo tipo de ópticas. Sirve para limpiar contactos de aparatos electrónicos, ya que no deja marcas y es de rápida evaporación. También se usa en la limpieza de cabezas magnéticas en aparatos de vídeo y audio, al igual que en artes gráficas. En química, es para síntesis orgánica y como intermedio químico, funciona como disolvente para ceras, aceites vegetales, resinas naturales y sintéticas, ésteres y éteres de celulosa.

**INDICACIONES DE PELIGRO:**  
Eye Irrit. 2. H319 - Provoca irritación ocular grave.  
Flam. Liq. 2. H225 - Líquido y vapores muy inflamables.  
STOT SE 3: H336 - Puede provocar somnolencia o vértigo.

**CONSEJOS DE PREVENCIÓN:**  
P210 - Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.  
P301+P310 - EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.  
P305+P351+P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. P501: Eliminar el contenido y el recipiente conforme a la legislación vigente de tratamiento de residuos (Ley 22/2011).

Sustancias que contribuyen a la clasificación:  
Preparn-2-cl (CAS: 67-63-0).



Peligro

ECOSOLUCIONES QUÍMICAS S.L.  
C/ Vitoria 7  
20970 Humanes de Madrid  
91 192 22 523  
www.ecosolucionesquimicas.es



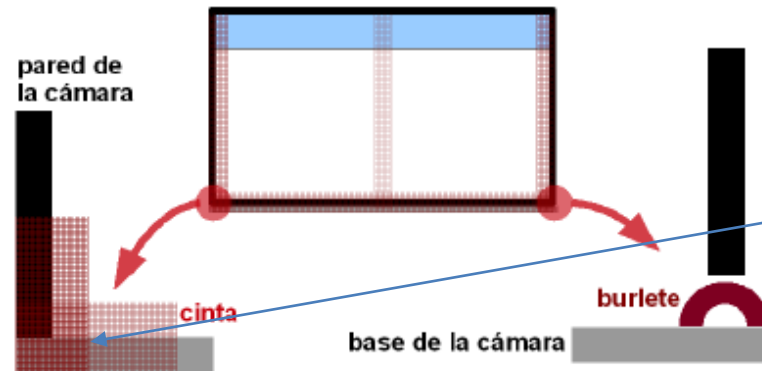
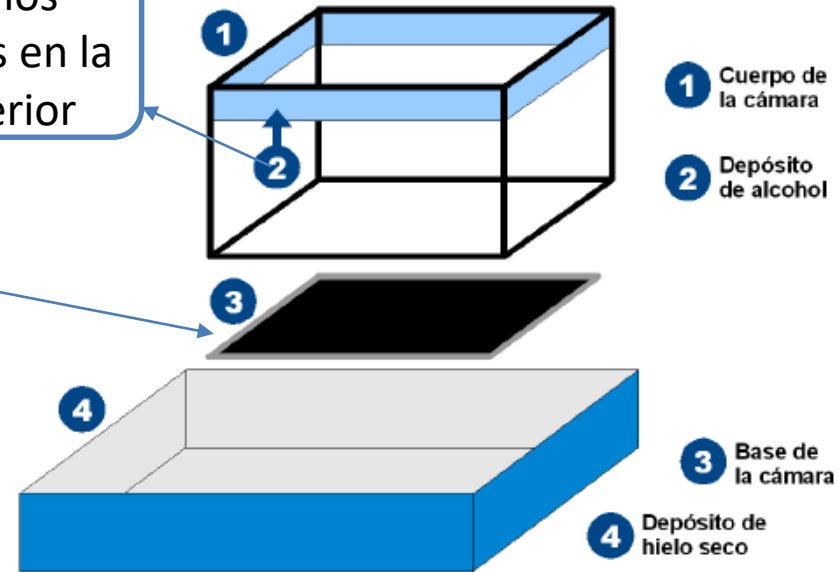
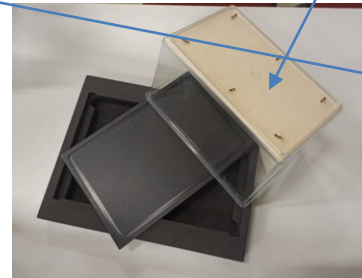
5000 ml

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

## Construcción

Nosotros pondremos cinta aislante negra para cubrir la chapa y que se vea mejor

Nosotros los colocaremos en la parte superior



No siempre hay que usar burlete, pero funciona muy bien.  
Un sustituto podría ser plastilina  
No hace falta cinta, si conseguimos que quede herméticamente cerrado

# 1. Recordemos: La cámara de niebla: Construcción

## Breve explicación:

- Caja **herméticamente cerrada**, y en el interior hay mezcla de vapor de alcohol y aire.
- Hay que conseguir un **gradiente de temperatura muy elevado** entre la parte superior e inferior de la caja
- Vapor tan frío en la zona de abajo que está por debajo de su temperatura de condensación (**estado inestable**) → **cuando hay una perturbación, las gotas condensan y vemos alcohol líquido**
- Eso ocurre cuando esa zona es atravesada por partículas cargadas eléctricamente y con suficiente energía
- Así se forman estelas de niebla (de alcohol), muy parecidas a las de los aviones, a lo largo de las trayectorias de las partículas.



## Preguntas clave

- ¿Por qué usamos hielo seco?
- ¿Por qué usamos alcohol isopropílico?

## 2. A observar

Apagamos luces y a observar....

Paciencia, pues las partículas pueden tardar hasta 10/15 minutos en empezar a verse...

Pero a veces, no se ven...

## 2.1. La Cámara de niebla: Problemas comunes y posibles soluciones

### Posibles dificultades

¿Hay el suficiente contacto entre el hielo seco y la chapa metálica?

¿Se generan nubes que hacen que no se vea nada?

¿No se crea la niebla?

### Posibles Soluciones

Colocar hielo seco y empujar el hielo seco todo lo que sea posible contra el hielo

Asegurarse de que el compartimento es hermético ¿Poner peso encima? ¿Poner burlete?

¿Hay suficiente gradiente de temperatura? Es posible ayudarse poniendo algo caliente en la parte superior del compartimento

**NUEVO** → Lugar fresco para llevar a cabo la actividad

Si la hacemos con estudiantes, es importante ventilar para que la temperatura no suba de los 20°C aprox.



## 2.2 La Cámara de niebla: Problemas comunes y posibles soluciones

### Posibles dificultades

¿Refleja mucho el fondo después de un rato?

¿Hay niebla pero no se ven las partículas?

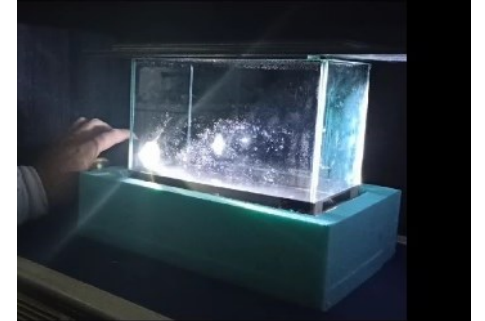
Se ha despegado el fieltro...

### Posibles Soluciones

El alcohol empieza a condensar en el fondo, habría que abrir la cámara y secar la plancha metálica

Esperar al menos 10-15 minutos  
Asegurar de la niebla es adecuada  
El fondo metálico es suficientemente “negro y opaco”

Problema grave para es día. Intentar fijar de manera mecánica (sujetando con algo, o clavado)





## 2.3 La Cámara de niebla: Problemas comunes y posibles soluciones

### Posibles dificultades

¿Refleja mucho el fondo después de un rato?

¿Hay niebla pero no se ven las partículas?

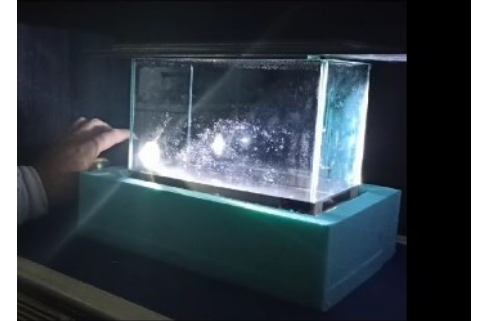
Se ha despegado el fieltro...

### Posibles Soluciones

El alcohol empieza a condensar en el fondo, habría que abrir la cámara y secar la plancha metálica

Esperar al menos 10-15 minutos  
Asegurar de la niebla es adecuada  
El fondo metálico es suficientemente “negro y opaco”

Problema grave para es día. Intentar fijar de manera mecánica (sujetando con algo, o clavado)



## 2.4. Preguntas que se pueden ir haciendo mientras observamos

- ¿Vemos realmente las partículas? ¿Qué vemos?
- ¿Todas las trazas son iguales?
- ¿Qué diferencias identificas?
- ¿A qué se debe que sean distintas?
- ¿A partir de su observación, qué podemos hacer?
- De las trazas observadas, ¿cuáles dirías que corresponden a partículas más energéticas, las rectas y largas o las anchas y cortas? ¿Cómo lo justificas?
- Algunas trazas son irregulares, ¿a qué puede deberse esto?
- Incluso, en algunas ocasiones, podría observarse que una traza se divide en dos, ¿a qué podría deberse?

Y ahora sí.  
¿qué vemos?

## 2.4. Preguntas que se pueden ir haciendo mientras observamos

- ¿Qué propiedades fundamentales de las partículas podemos deducir de la observación de sus trazas?
- Por ejemplo, ¿podríamos diferenciar la traza de un electrón y la de un positrón (electrón con carga negativa)?
- ¿se te ocurre alguna forma de modificar el instrumento para poder diferenciar estas partículas? ¿Cómo y a partir de qué propiedad lo haces?
- ¿Podemos ver quarks con la cámara de niebla? ¿Por qué?
- ¿Y neutrinos? ¿Por qué?
- ¿y bosones? ¿Por qué?
- Según este planteamiento, para poder ver partículas con la cámara de niebla, ¿qué propiedad deben tener dichas partículas?
- ¿Podrías conseguir que solo entre partículas a la cámara de niebla por uno de los lados? ¿Cómo?

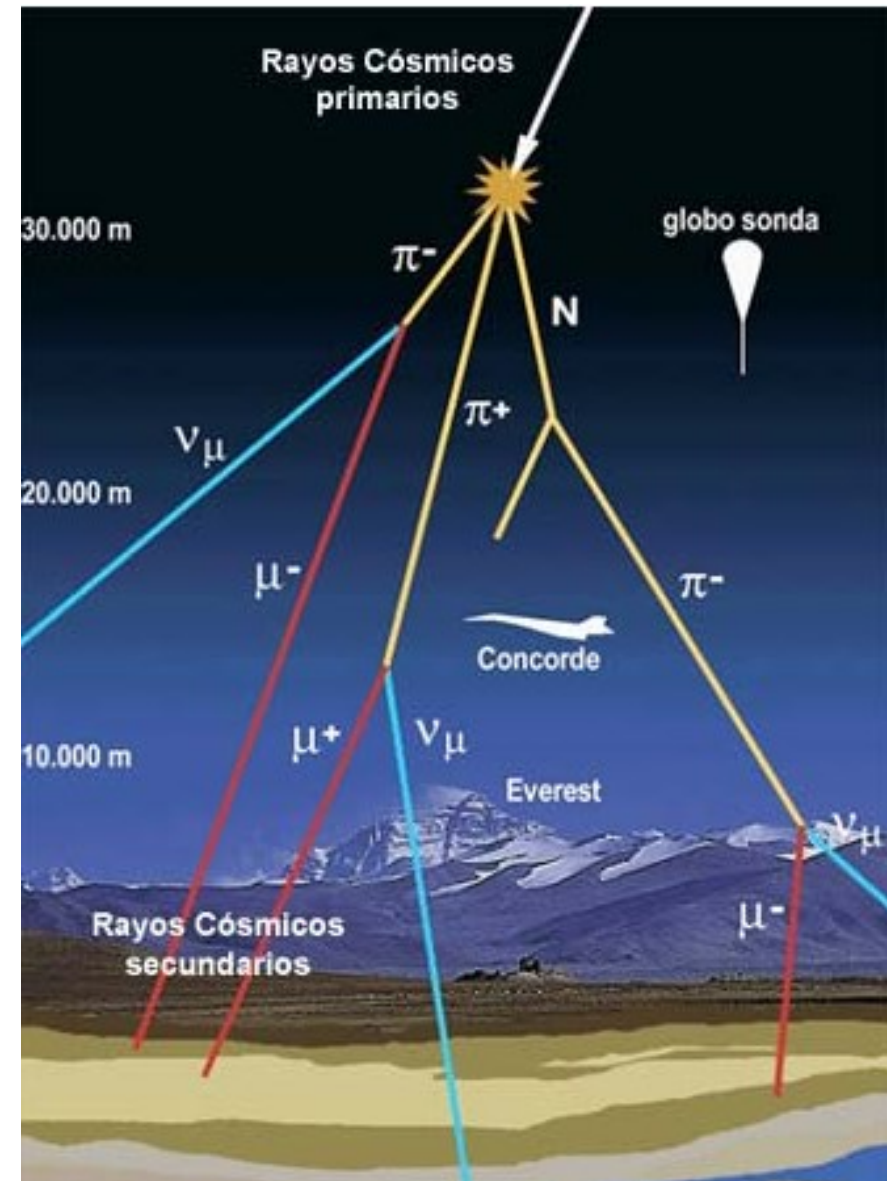
## 2.4. Preguntas que se pueden ir haciendo mientras observamos

- ¿Se te ocurre alguna manera de conseguir que solo entre las partículas que tienen mucha energía? ¿Cómo?
- Más difícil todavía: ¿se te ocurre alguna manera de dirigir el recorrido de las partículas de una forma concreta?

Y esas preguntas, también nos pueden llevar a crear nuestro propio **CATÁLOGO DE PARTÍCULAS**

## 2.5. Nuestro catálogo de partículas

Y ahora sí.  
¿qué estamos  
viendo?



## 2.5. Nuestro catálogo de partículas

Lo más común



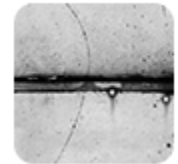
Partícula alfa



Protones



Electrones

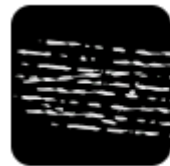


Positrones

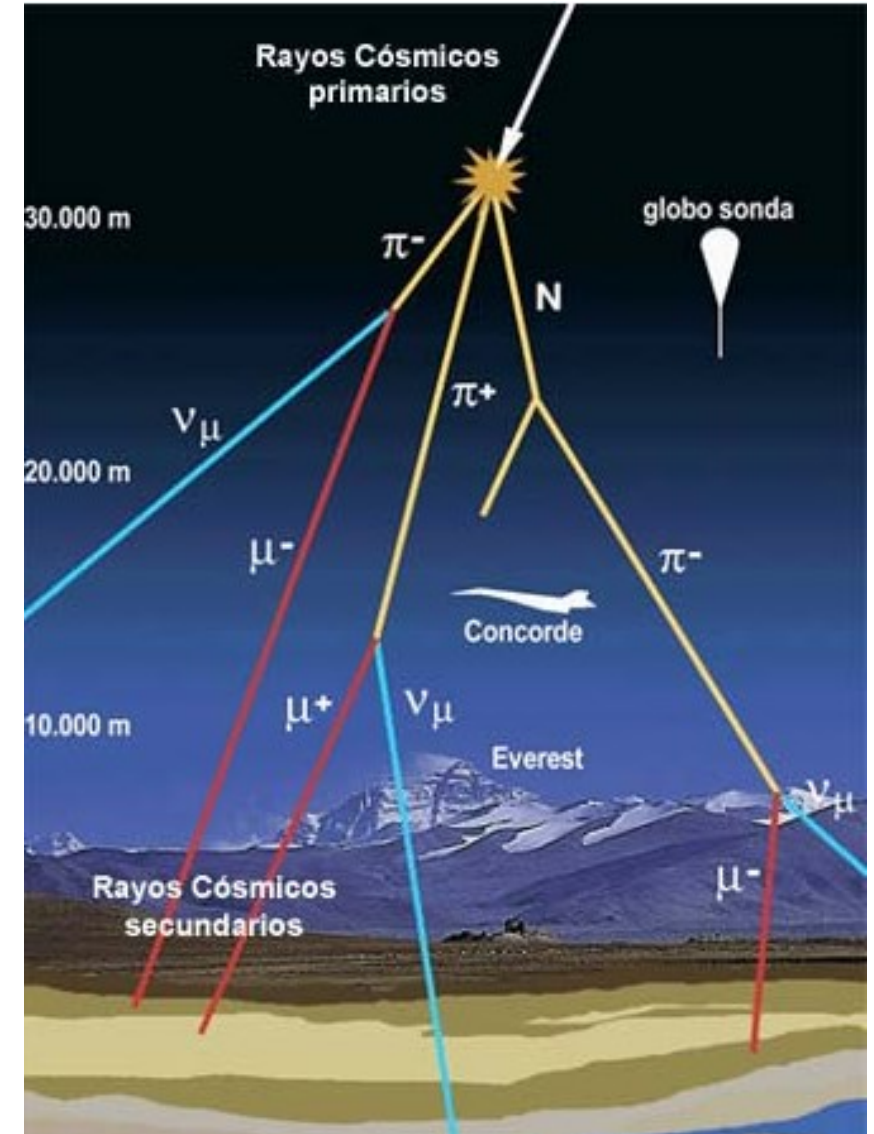
Algo más raro, pero también se ven



Muones





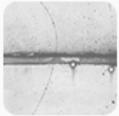

Lluvia de rayos cósmicos




## 2.5. Nuestro catálogo de partículas

### FENÓMENOS OBSERVABLES

#### BÁSICO

	Partícula alfa	▼
	Electrones	▼
	Positrones	▼
	Protones	▼

#### RARO

	Muones	▼
	Lluvia de rayos cósmicos	▼
	Electrones de rayos delta	▼
	Observación indirecta de la radiación gamma - dispersión Compton	▼
	Línea doble V en forma de partículas alfa después de descomposición de radón	▼

	Demostración de vida media del radón	▼
	Visualización de la serie de descomposición de torio	⌞
	Las partículas alfa emitidas desde la fuente de radiación alfa	▼
	Los electrones emitidos desde una fuente de radiación beta	▼

<https://www.nuledo.com/es/#delta-ray-elektrony>

## 2.5. Nuestro catálogo de partículas

<https://www.nuledo.com/es/#delta-ray-elektrony>

### MUY RARO

	Pion	▼
	Kaón	▼
	dispersión de protones elástica	▼
	Descomposición de muones a través de interacciones débiles	▼
	Gamma de aniquilación	▼
	Partícula Oh-My-God	▼



# CONCLUSIONES

¿Es viable trabajar la física de partículas en el aula?

¿Merece la pena trabajarla?

¿Cómo podría hacerlo con mis estudiantes?

¿Se pueden trabajar otros fenómenos y realizar otras actividades?

¿Es un tema de interés y de actualidad?

¿Hemos hecho ciencia y la hemos disfrutado?

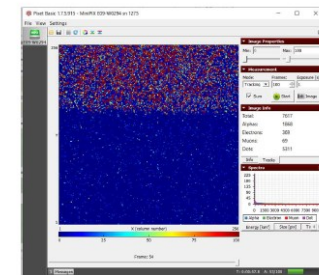
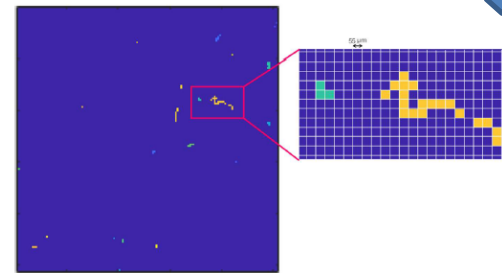
Y otras muchas más...(excursiones, proyectos,...)

Tienen que ser: Reflexiones didácticas



# Perspectivas de futuro

Investigación sobre la incorporación de otros detectores y materiales específicos



Ciencia escolar y ciencia ciudadana

Si tienes interés en que tu centro participe → [jpozuelo@unizar.es](mailto:jpozuelo@unizar.es)

# Agradecimientos



División de Enseñanza  
y Divulgación de la Física



Universidad  
Zaragoza

