

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**

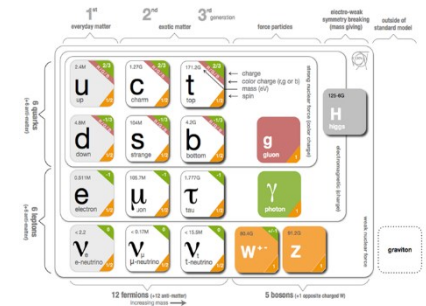
1474



¿Qué vamos a hacer y cómo?

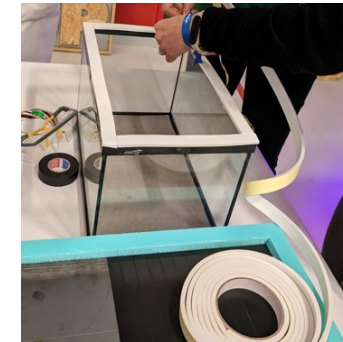
SESIÓN 1

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?



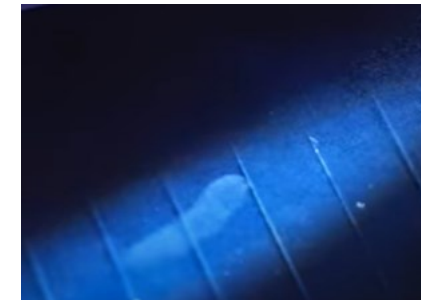
SESIÓN 2

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

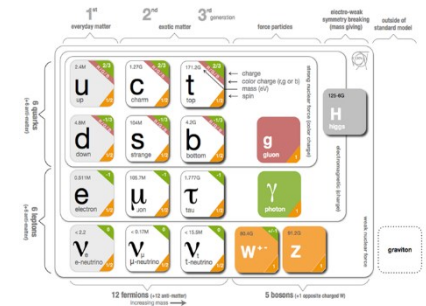
Observación con las cámaras de niebla, registro de vídeo/fotográfico de trazas, identificación y creación de un catálogo de partículas



¿Qué vamos a hacer y cómo?

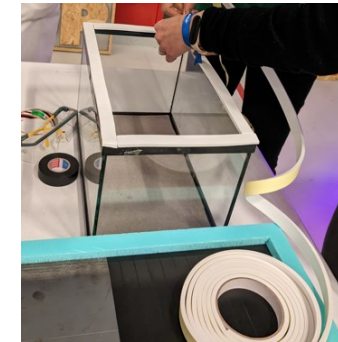
SESIÓN 1

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?



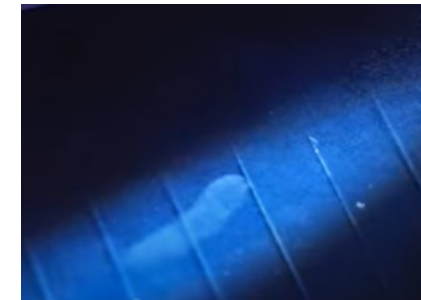
SESIÓN 2

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

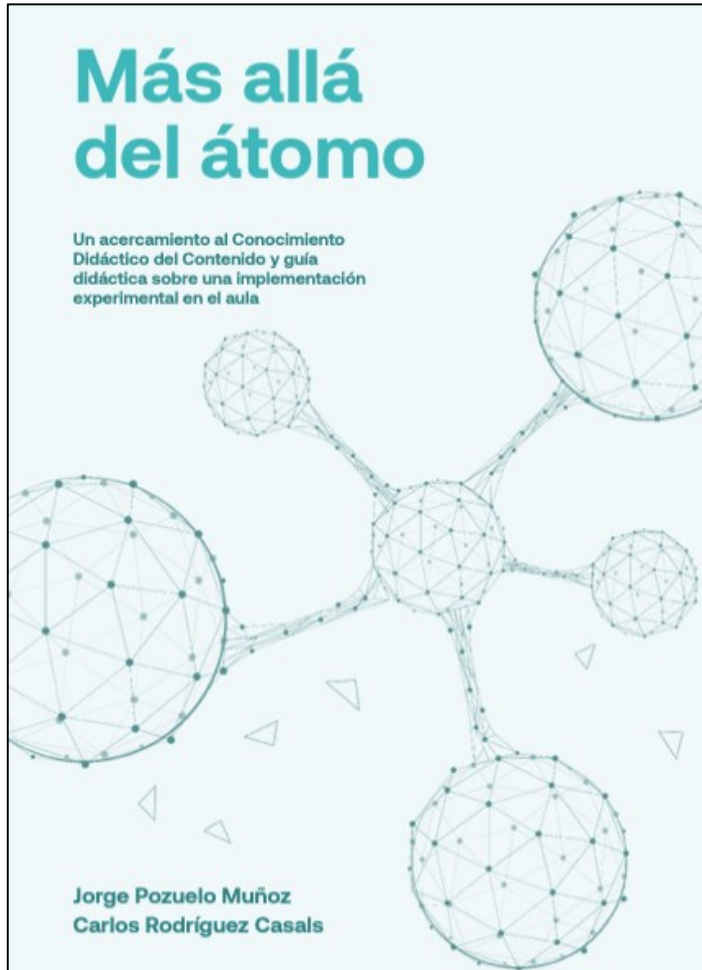


Índice

- 1. ¿Cómo demostrar la existencia de partículas?**
- 2. La Cámara de Niebla**
 1. Elección de materiales y construcción
 2. Explicación del funcionamiento
 3. Problemas comunes y posibles soluciones
 4. Preguntas que se pueden ir haciendo
 5. Nuestro catálogo de partículas
 6. Nuestra investigación con alumnado
- 3. Otros fenómenos y experiencias**
 1. ¡El grito del hielo seco!
 2. Otros experimentos con el Hielo Seco
 3. Muestras radiactivas y contador Geiger
 4. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad
 5. Gradientes de temperatura con Arduino
 6. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración
 7. ¿Y si acercamos imanes...?

Del día anterior

Libro

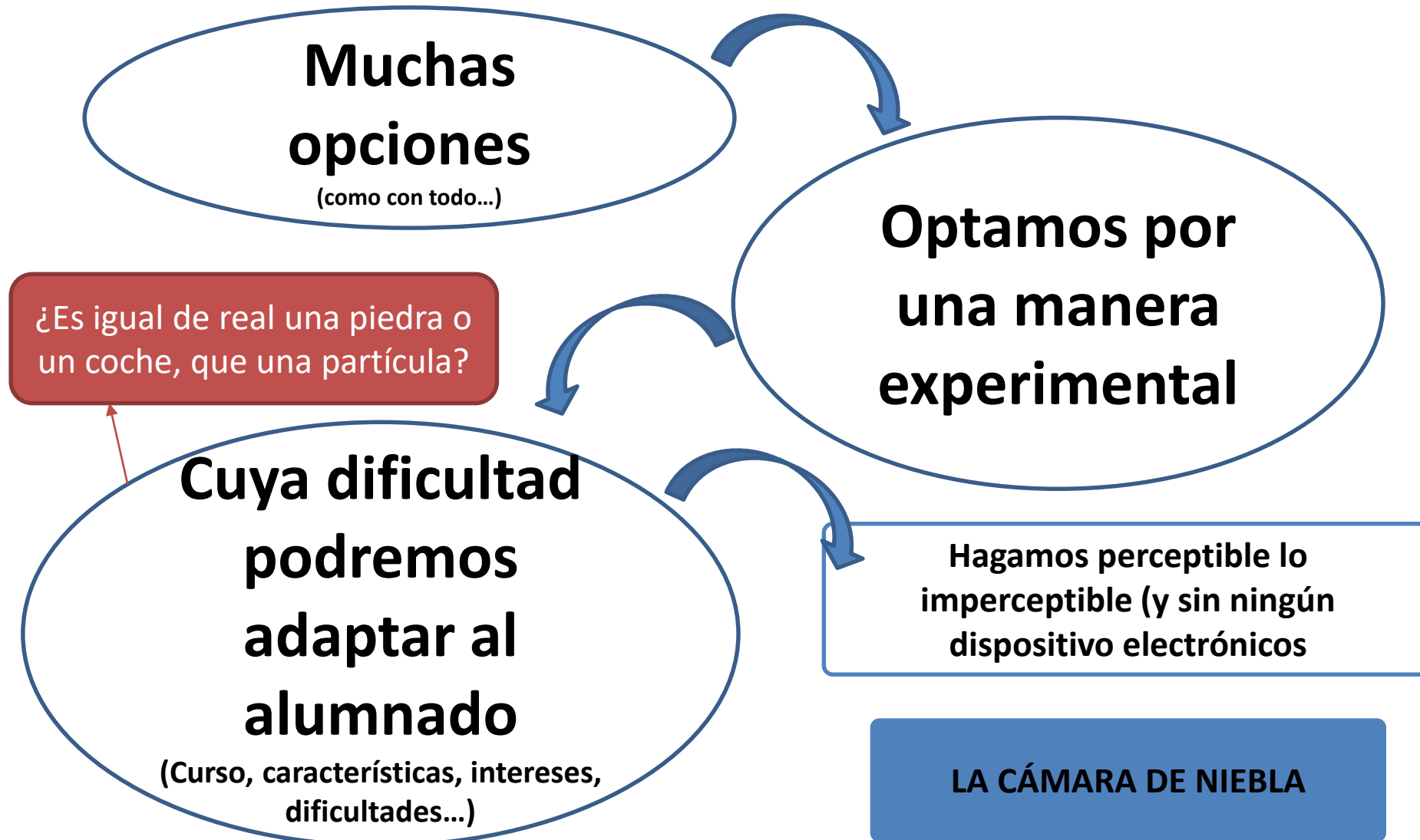


Ahora estamos trabajando en intentar ampliar y mejorar

https://aulia.bifi.es/?sdm_process_download=1&download_id=995

Del día anterior:

¿Y cómo trabajar la física de partículas en el aula?



Del día anterior: La cámara de niebla

La primera cámara de niebla fue inventada y construida por un físico escocés Charles Thomson Rees Wilson y el dispositivo se encendió por primera vez en 1911 después de casi veinte años de desarrollo.

En 1927, Charles Thomson Rees Wilson fue galardonado con el Premio Nobel de Física por su método para hacer visibles las rutas de las partículas cargadas eléctricamente por condensación de vapor.



Extraído de: <https://www.nuledo.com/es/>

Vamos a ello...

Planteamiento del taller:

- Aportar los **materiales** para la construcción
- Por grupos, plantear las diferentes opciones y **construir nuestra propia cámara de niebla**
- Enfrentarse a las **dificultades** de construirla
- **Identificar fenómenos físico/químicos** asociados e intentar **dar respuesta** a los mismos
- Después de todo eso, observar

1. ¿Cómo podríamos demostrar que existen estas partículas?

Diseñemos nuestro experimento

Vamos a ello...

¿Ideas?

HECHO CON
ALUMNADO DE
1º DE BACH

1. ¿Cómo podríamos demostrar que existen estas partículas?

Posibles instrumentos



¿Ideas?



1. ¿Cómo podríamos demostrar que existen estas partículas?

Posibles instrumentos



¿Ideas?



1. ¿Cómo podríamos demostrar que existen estas partículas?



Realmente no vemos partículas, sino el rastro de su paso

¿Ideas?



Nos va a servir hasta para desmontar bulos...

1. ¿Cómo podríamos demostrar que existen estas partículas?

¿Qué preguntas nos planteamos?

¿Materiales?

¿Qué condiciones básicas debe cumplir?

¿Cómo podemos hacerla?

HECHO CON
ALUMNADO
DE 1º DE BACH

CÁMARA DE NIEBLA

- Cámara de "vacío" x
 - "Aislado del exterior"
 - "Niebla dentro"
 - Humedad
 - Temperatura (Bajas)
- } - Vapor de agua x

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción



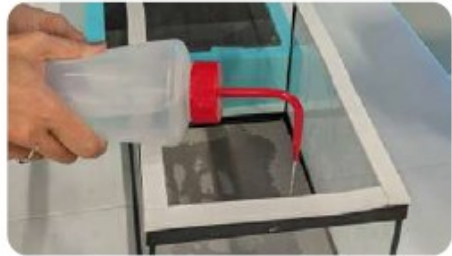
1



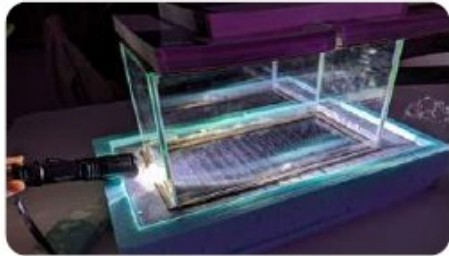
2



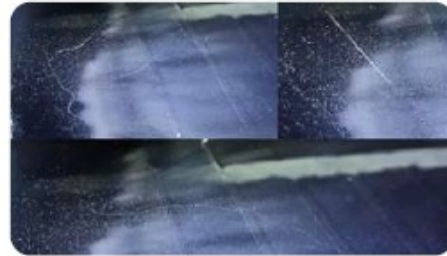
3



4



5



6

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

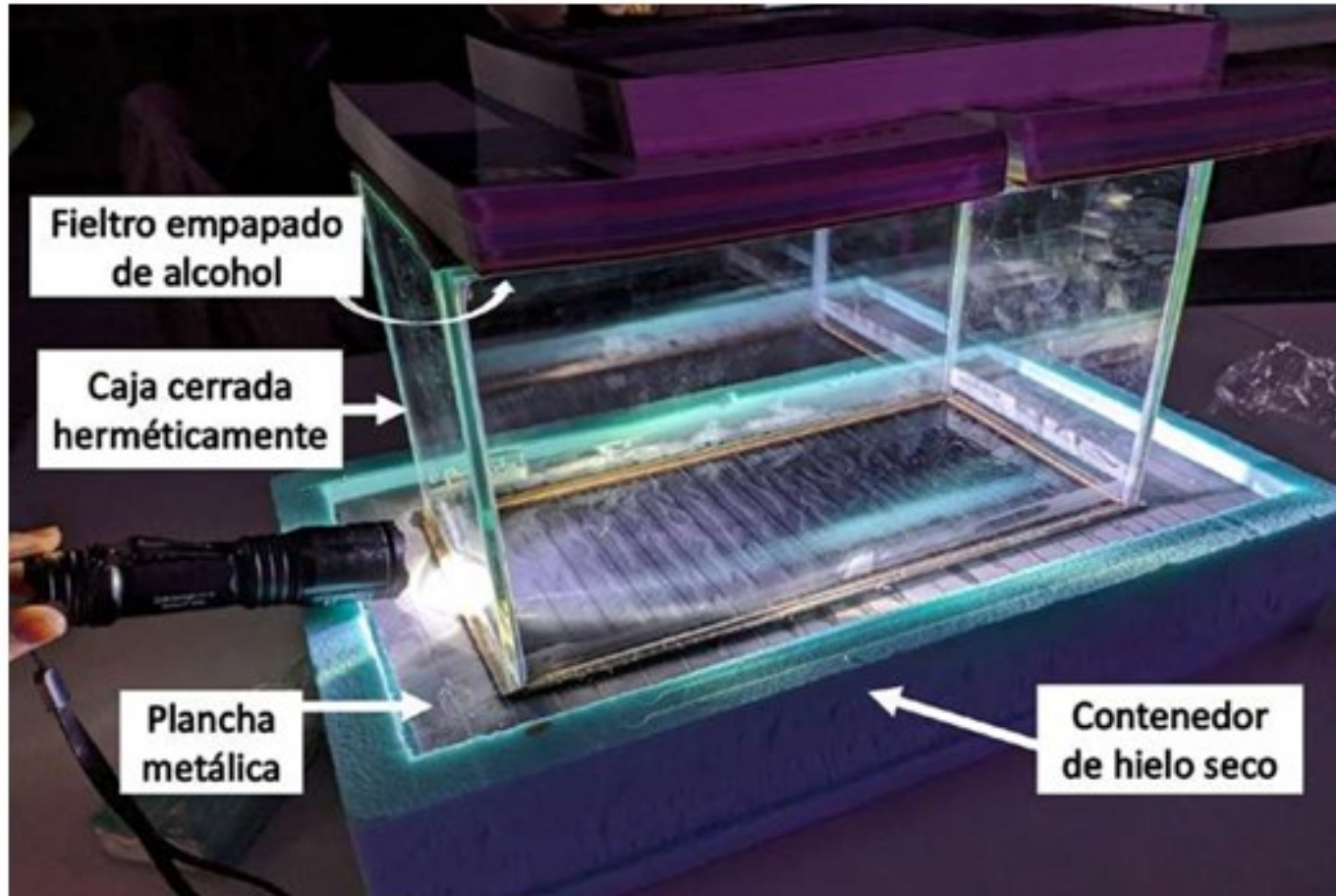
Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

Más información en

[Capítulo de libro \(gratis\) publicado. ¿Podemos ver partículas elementales?](#)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción



MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

**Características de vuestras
cámaras de niebla**

**¿Por qué habéis usado ese
recipiente?**

**¿Por qué hay que usar hielo
seco?**

**¿Por qué ponemos cinta aislante
negra a la chapa?**

**¿Cualquier pegamento nos
sirve para pegar el fieltro?**

¿Por qué el fieltro se pone arriba?

**¿Por qué hay que usar
isopropanol?**

¿Por qué una chapa metálica?

**¿Por qué tiene que estar
cerrada?**

**Preguntas que han surgido y
que habéis podido ir
respondiendo**

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Puede ser de cualquier material?
- ¿Puede ser de cualquier tamaño
- ¿Puede tener cualquier forma?
- ¿Otras preguntas?

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- **¿Puede ser de cualquier material?**
 1. Tiene que ser transparente
 2. Depende de si queremos usarlo en contadas ocasiones o que sea duradero
 - Si elegimos plástico o metacrilato, el isopropanol lo va disolviendo y se va opacando, pero es más barato
 - Si elegimos vidrio dura mucho más, pero es más caro
 3. Se necesita un espesor de al menos 1mm aproximadamente para que pueda aislar lo suficiente del exterior

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- ➔ 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Puede ser de cualquier tamaño?

Pregunta muuuucho más difícil

- En internet, te dicen que pueden ser de cualquier tamaño, pero **NO ES ASÍ** dado que influyen muchos factores, y casi todos **MATEMÁTICOS**
 - Si quiero una cámara de niebla gigante para ver muchas partículas, ¿cómo debe ser? ¿Muy alta? ¿con mucha base?
 - La cámara de niebla, se enfría por la base. Si aumento la superficie de la base, ¿cuánto aumenta el volumen? ¿necesitaré más Hielo Seco? ¿Influye la cantidad de hielo seco, o lo que esté en contacto con la superficie...?

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Puede ser de cualquier tamaño?

Aceptado para publicación un artículo en el que analizamos varias cámaras de niebla entre otras experiencias



The Physics Teacher

Hemos probado con diferentes cámaras:

- A: 13x23x15;
- B: 20x35x15;
- C: 18x31x24;
- D: 25x40x28;
- E: 21x40x25



Y otras...

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Puede ser de cualquier tamaño?

Aceptado para publicación un artículo en el que analizamos varias cámaras de niebla entre otras experiencias



The Physics Teacher

Hemos probado con diferentes cámaras:

- A: 13x23x15;
- B: 20x35x15;
- C: 18x31x24;
- D: 25x40x28;
- E: 21x40x25

Tras varias pruebas de visualización de partículas, llegamos a la conclusión que esta es la mejor para fabricar y usar en el aula, debido al poco tiempo en el que empieza a observarse, y las temperaturas que alcanza

Además, podemos fabricar muchas pequeñas, en lugar de una grande
Inconvenientes → menos probabilidad de ver algunos tipos concretos de partículas

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)

¿Esto significa que el resto no funciona?

¡NO!, solo que esta hemos comprado esta es óptima

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Puede ser de tener cualquier forma?

1. No. Necesitamos que exista suficiente gradiente de temperatura en su interior, y que a su vez, la fuente de isopropanol, no esté demasiado alejada de la base, para que el isopropanol, no condense antes.
2. Lo importante es mantener la relación

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del recipiente de vidrio Preguntas

- ¿Otras preguntas?

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción


Elección del contenedor Preguntas

- ¿Qué tipo de material es mejor?
- ¿Qué tamaño debe tener?

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
-  1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del contenedor Preguntas

- ¿Qué tipo de material es mejor?

1. Es un buen tema para trabajar conductividad de materiales → ¿Cuál es el objetivo del contenedor?
2. Entonces, ¿cómo debe ser el material?
AISLANTE → nada más especial

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del contenedor Preguntas

- ¿Qué tamaño debe tener?

1. Debe ser similar a la plancha metálica y la base del recipiente de vidrio, pero ¡OJO!, si es demasiado grande respecto a esa base, no se crea bien la niebla debido a las pérdidas de... ¿frío?...

¿Se pierde el frío? NOO. Hay pérdidas, pero porque hay mucha superficie de la placa en contacto con el ambiente → Eso implica que a veces no se cree bien la niebla

2. ¿Y profundidad para el hielo seco? Tengamos en cuenta que el metal se enfría por contacto, entonces no influye demasiado

MATERIALES

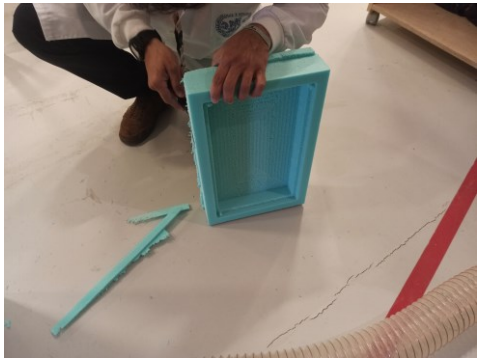
Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

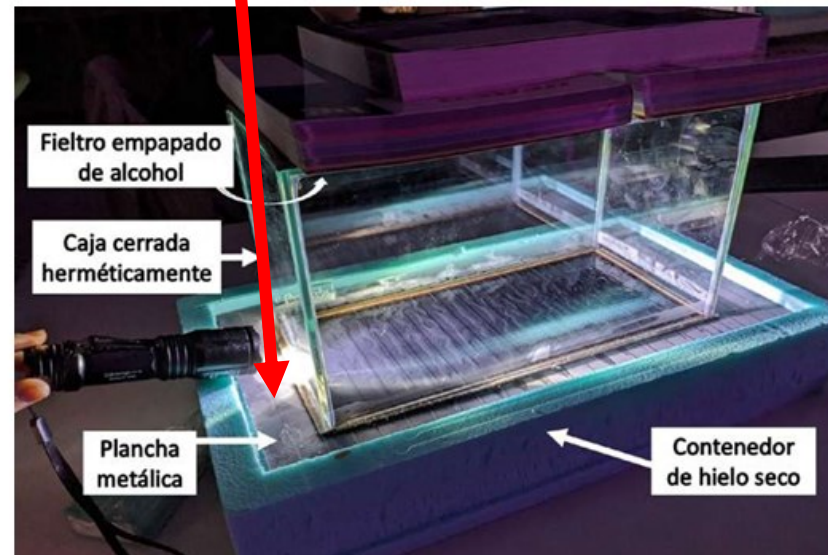
- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección del contenedor Preguntas



Esta superficie no puede ser demasiado grande, sino, afecta a parte de la cámara



MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección de la chapa metálica Preguntas

- ¿Por qué debe ser metálica?
- ¿Por qué debe ser negra?

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- ➔ 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección de la chapa metálica Preguntas

- ¿Por qué debe ser metálica?

Por ser buen conductor térmico → Tenemos que intentar que alcance la mínima temperatura

Justo en el artículo que publicamos, un revisor nos preguntaba por qué ese metal y no otro.

Hemos probado varios, pero no hemos detectado diferenciar en esta variable

MATERIALES

Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Elección de la chapa metálica Preguntas

- ¿Por qué debe ser negra?

¿Y por qué está relacionada la cinta aislante negra?

¿Alguna hipótesis?

Al observar las trazas de partículas, y haber algo de alcohol, cuando iluminamos con la linterna blanca, se producen muchos reflejos, por lo que además de negro debe ser “mate”.

¿Y por qué en esta hay la mitad sí y la mitad no?



MATERIALES

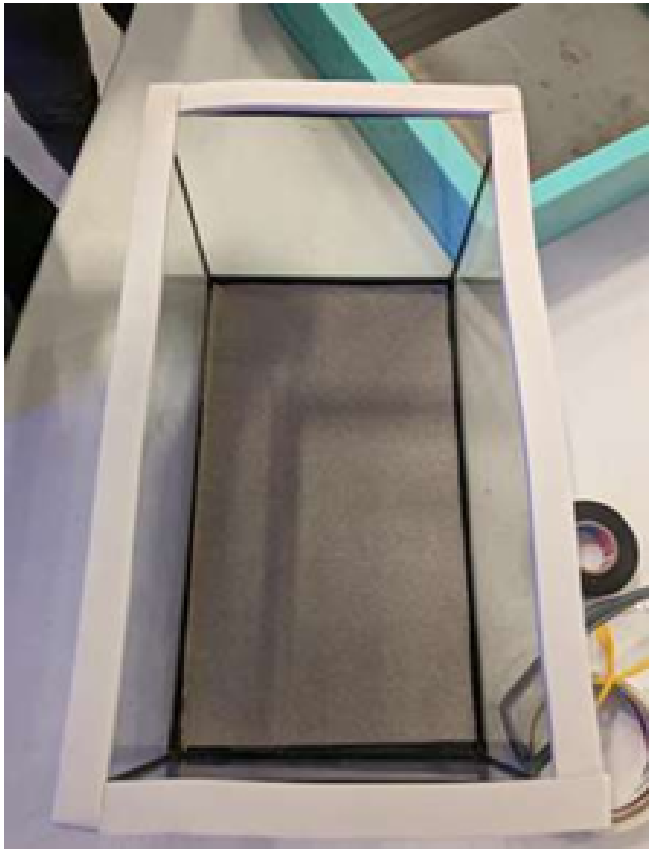
Para la realización del taller son necesarios los siguientes materiales:

Para la construcción de cada cámara de niebla:

- 1 recipiente de vidrio o plástico (25 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto)
- 1 contenedor de material preferiblemente aislante, por ejemplo, poliestireno extruido (5cm de profundidad)
- ➔ 1 chapa metálica de 2 mm de grosor y superficie suficiente para tapar el recipiente
- 1 trozo de fieltro para colocar al fondo del recipiente (25 x 15 cm)
- ➔ 1 rollo de cinta aislante negra
- 1 rollo de cinta de doble cara
- 1 metro de burlete
- 1 linterna
- 150 ml de isopropanol al 99,9% de pureza
- 2 kg de hielo seco (puede ser en placas, pellets o lascas)
- Material de protección (gafas, guantes para el frío, pala para coger el hielo seco)

2.1. La cámara de niebla: Construcción

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



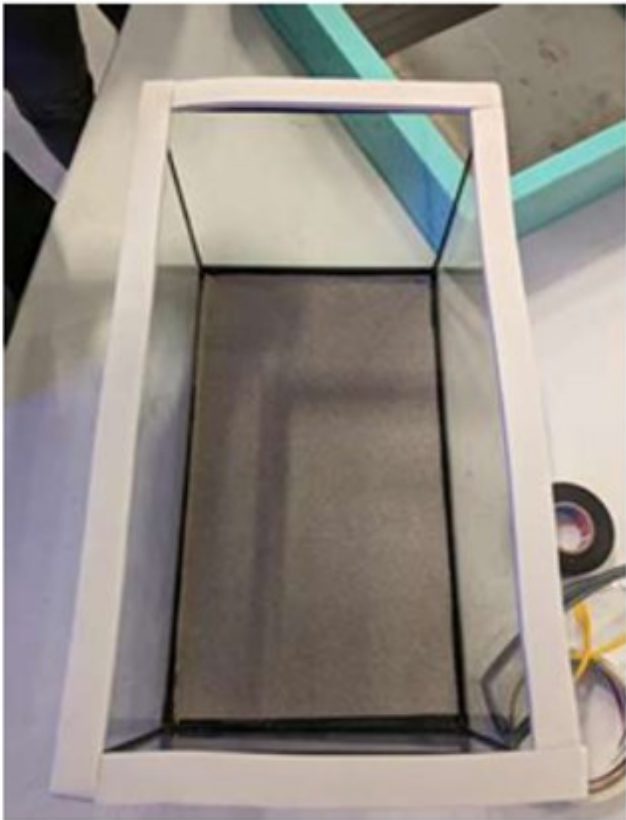
MONTAJE DE LA CÁMARA DE NIEBLA

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

2.1. 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.

2.1. 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

2.1. 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.

2.1. 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.

2.1. La cámara de niebla: Construcción



06 Uso del alcohol isopropílico

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

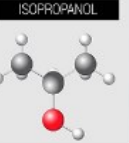
Es importante que sea este tipo de alcohol

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



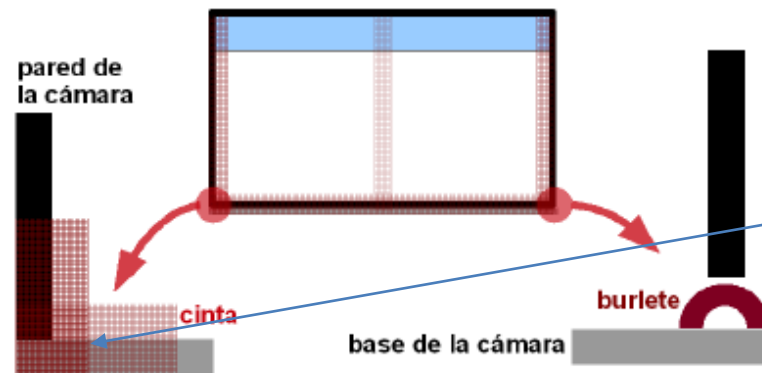
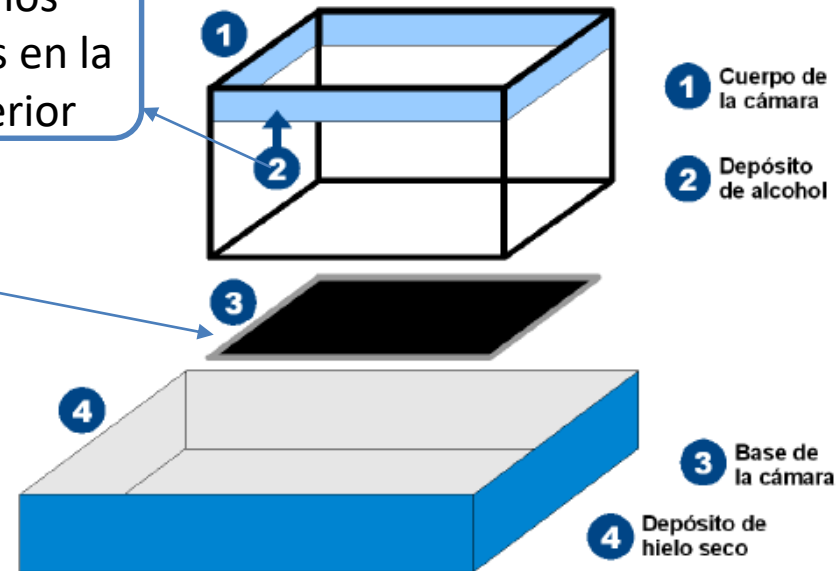
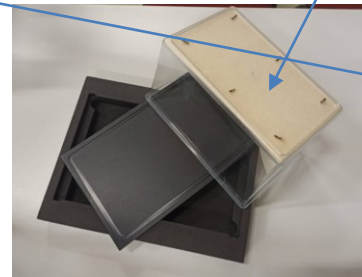
5000 ml

2.1. La cámara de niebla: Elección de materiales y construcción

Construcción

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

Nosotros los colocaremos en la parte superior

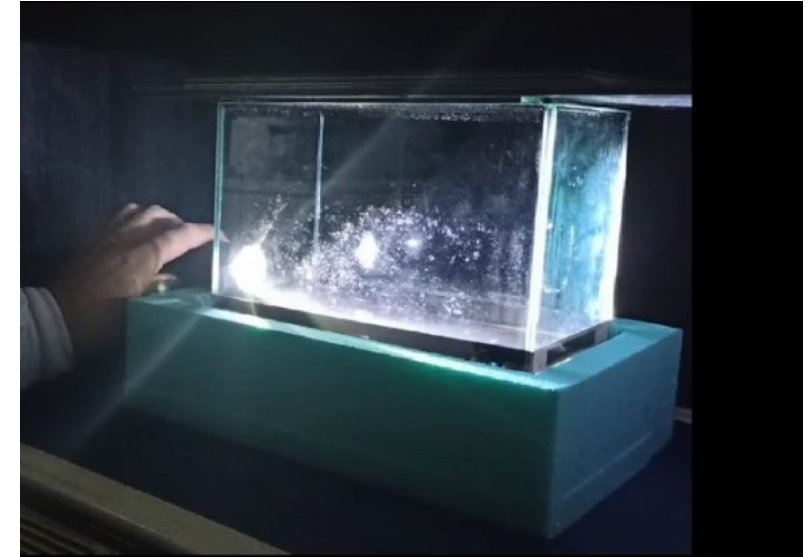


No siempre hay que usar burlete, pero funciona muy bien.
Un sustituto podría ser plastilina
No hace falta cinta, si conseguimos que quede herméticamente cerrado

2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

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?

2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

¿Por qué usamos Hielo Seco?

- Hay que conseguir un **gradiente de temperatura muy elevado** entre la parte superior e inferior de la caja
- El hielo seco sublima a -78.5°C (de sólido a gas) (por eso vemos “humillo...”)
- Al ser sólido, nos permite colocar la plancha metálica en contacto con el mismo
- Con nitrógeno líquido se podría, pero es más complejo colocar la plancha metálica (el interior de la cámara debe ser hermético)



2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

¿Por qué usamos Alcohol Isopropílico? Esta sí es la clave

A. Para crear niebla en su interior:

- **Alta volatilidad:** El punto de ebullición del isopropanol es 82.6°C
- Su presión de vapor es 45.4 mmHg a 25°C . Esto significa que **se evapora rápidamente**, lo que permite que haya **suficiente vapor en la cámara** para formar la niebla cuando se enfría.
- Facilidad para formar un **ESTADO SUPERSATURADO**: Cuando el vapor de isopropanol se enfría rápidamente por debajo de su temperatura de saturación, entra en un estado supersaturado.
- En este estado, el vapor es inestable y se condensa fácilmente en pequeñas gotas alrededor de las trayectorias de partículas ionizantes, lo que permite que sean visibles.

Pero, ¿qué es un estado supersaturado?

2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

¿Por qué usamos Alcohol Isopropílico? Esta sí es la clave

A. Para crear niebla en su interior:

- **ESTADO SUPERSATURADO:** Un estado supersaturado ocurre cuando un gas, un líquido o una solución contiene más sustancia disuelta o más vapor del que normalmente puede mantener en equilibrio a una determinada temperatura y presión.
- En condiciones normales, un sistema en equilibrio mantiene una cantidad máxima de soluto disuelto o de vapor antes de que empiece a condensarse o precipitar. Sin embargo, **si un sistema se enfría o cambia de presión sin que el exceso de soluto o vapor tenga tiempo de salir, se crea una condición inestable llamada supersaturación.**
- Ejemplo: **En soluciones líquidas:** Si disuelves azúcar en agua caliente y luego la enfrías lentamente sin que el azúcar precipite, obtienes una **solución supersaturada**. Al introducir una pequeña impureza o un cristal de azúcar, la solución se desestabiliza y el azúcar se cristaliza rápidamente

Otro ejemplo



¿Y qué cambio es el que se produce en el alcohol para ver trazas?

2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

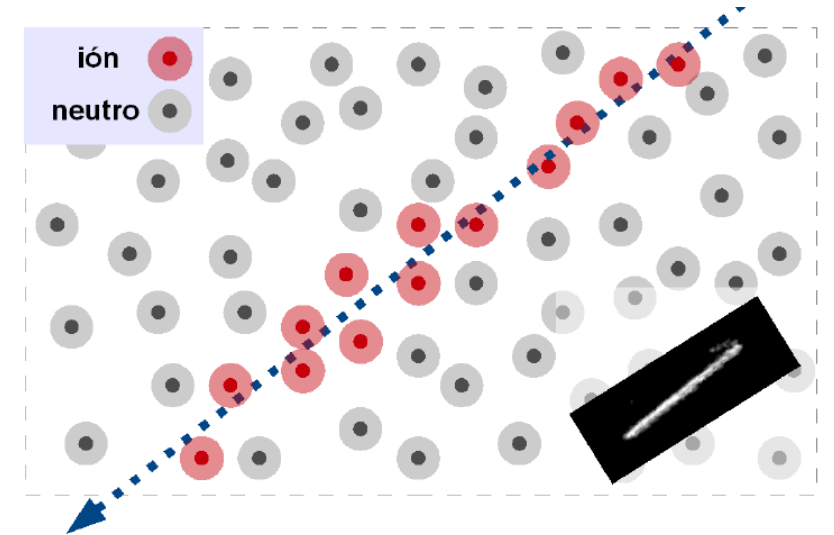
¿Por qué usamos Alcohol Isopropílico? Esta sí es la clave

A. Para ver trazas:

- En este estado supersaturado, el vapor es inestable **y se condensa fácilmente en pequeñas gotas alrededor de las trayectorias de partículas ionizantes**, lo que permite que sean visibles $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- El alcohol tiene una energía de ionización relativamente baja (10.2 – 10.5 eV). Esta energía es la cantidad de energía necesaria para arrancar el electrón menos ligado al núcleo, convirtiendo la molécula en un ión positivo.
- Este **ión Positivo, se convierte en un núcleo de condensación del isopropanol**

¡¡TENEMOS TRAZA!!

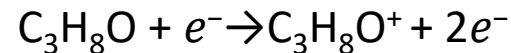
El alcohol condensa por donde pasa la traza



2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

Ionización del Isopropanol con un electrón de 5KeV:

1. **Ionización del isopropanol** es aproximadamente 10.2eV. Un electrón de 5,000 eV tiene muchísima más energía que la requerida para ionizar una molécula de isopropanol. Cuando el electrón de alta energía impacta una molécula de isopropanol, puede arrancarle un electrón, produciendo ionización:



Esto significa que cada electrón incidente puede generar múltiples electrones secundarios, lo que amplifica el efecto de ionización en la cámara de niebla.

2. **Excitación Electrónica:** Si el electrón de 5 keV no ioniza la molécula, puede excitarla sin arrancarle electrones. Esto significa que la molécula absorbe parte de la energía y pasa a un estado electrónicamente excitado: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} + e^- \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8\text{O}^*$

Estas moléculas excitadas pueden desexcitarse emitiendo fotones o vibrando intensamente, lo que genera calor localmente.

3. **Formación de la traza (Condensación del Isopropanol):** Los iones formados actúan como núcleos de condensación en el vapor de isopropanol supersaturado. El vapor de isopropanol se condensa en torno a estos iones formando **pequeñas gotas líquidas, lo que hace visible la trayectoria del electrón**. Como el electrón de 5 keV es bastante energético, **puede atravesar varios centímetros de la cámara antes de perder su energía por colisiones sucesivas**.



2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

¿Por qué usamos Alcohol Isopropílico? ¿Por qué no usamos agua o alcohol?

Propiedad	Isopropanol	Etanol	Agua
Presión de vapor (evaporación adecuada)	✓ Óptima	✗ Demasiado volátil	✗ Demasiado baja
Supersaturación a temperaturas accesibles	✓ Sí	✗ Inestable (demasiado rápido)	✗ Necesita temperaturas extremas
Energía de ionización (facilidad para ionizarse)	✓ Baja (~10.2 eV)	✓ Baja (~10.5 eV)	✗ Alta (~12.6 eV)
Condensación sobre partículas ionizadas	✓ Excelente	✗ Menos estable	✗ Difícil
Tensión superficial (formación de gotas pequeñas)	✓ Ideal (~21.7 mN/m)	✓ Similar	✗ Muy alta (~72 mN/m)

2.2. La cámara de niebla. Explicación y funcionamiento

¿Por qué usamos Alcohol Isopropílico? ¿Por qué no usamos agua o alcohol?

Propiedad	Isopropanol	Etanol
Presión de vapor (evaporación adecuada)	✓ Óptima	✗ Demasiado volátil
Supersaturación a temperaturas accesibles	✓ Sí	✗ Inestable (demasiado rápido)
Energía de ionización (facilidad para ionizarse)	✓ Baja (~10.2 eV)	✓ Baja (~10.5 eV)
Condensación sobre partículas ionizadas	✓ Excelente	✗ Menos estable
Tensión superficial (formación de gotas pequeñas)	✓ Ideal (~21.7 mN/m)	✓ Similar

¿Y todo esto hay que saber? En absoluto, con saber explicar brevemente, tendríamos suficiente

¿Y puedo saber más? Por supuesto, hasta puedes hacer cálculos de cuánta energía tienen las partículas que penetran en la cámara de niebla según la “distancia de las trzas”

✗ Mayor (7.2 mN/m)

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

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...

2.3. 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.



2.3. 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?

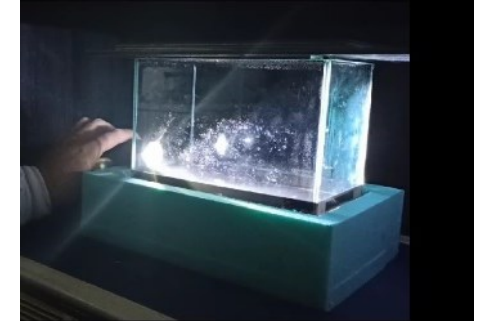
Se ha despegado el fieltro...

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)



2.3. 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?

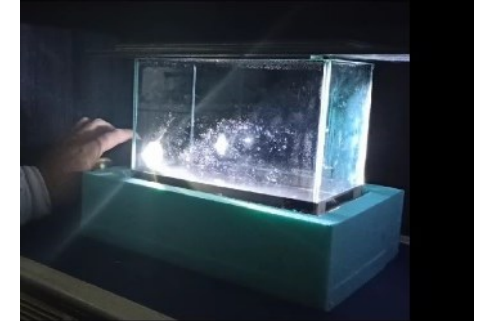
Se ha despegado el fieltro...

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)

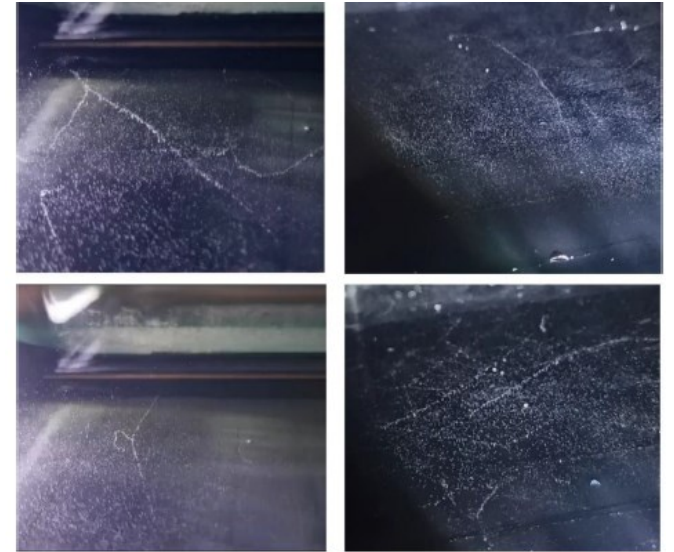


2.4. Preguntas que se pueden ir haciendo mientras observamos

Ahora sí deberíamos empezar a observar



Y ahora sí.
¿qué vemos?



La cuestión no es solo observar, sino, ir planteando preguntas con el alumnado

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?

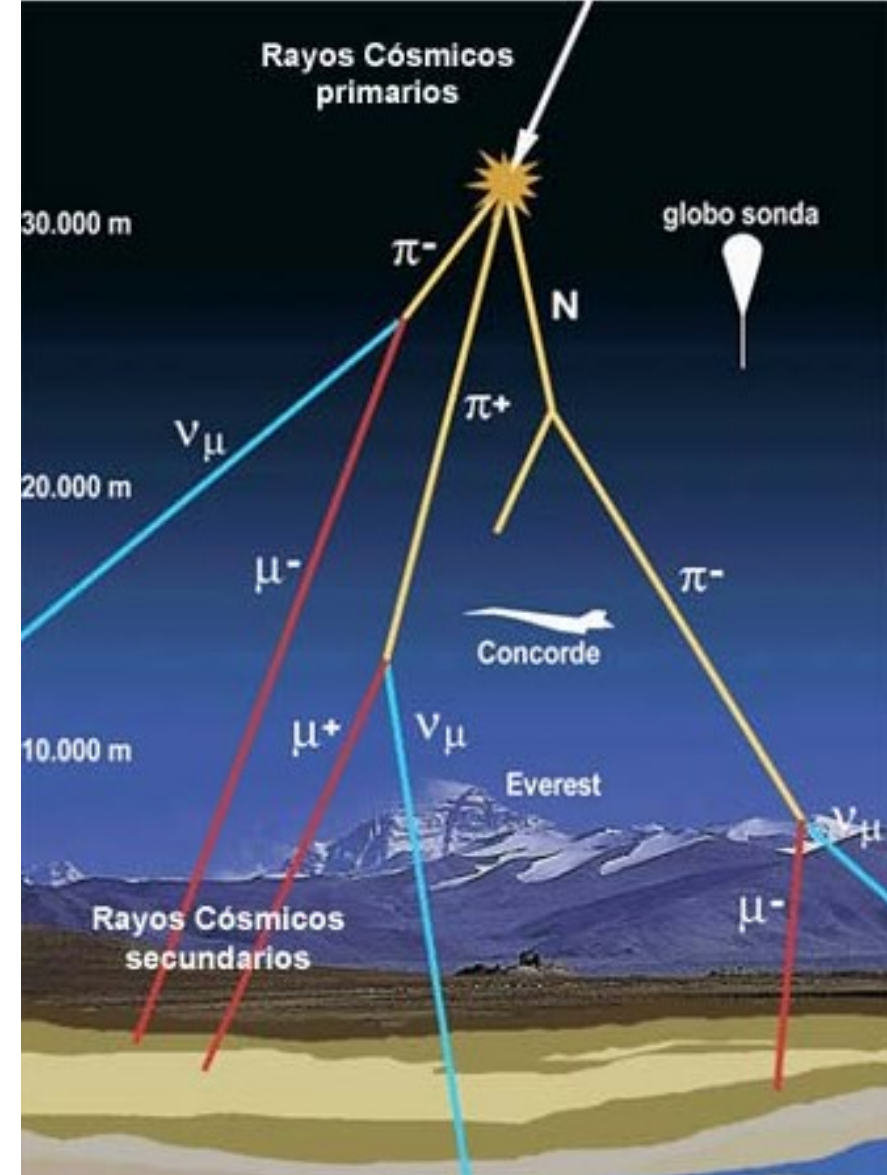
2.4. Preguntas que se pueden ir haciendo mientras observamos

- ¿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



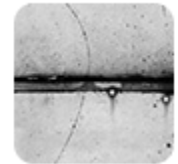
Partícula alfa



Protones



Electrones

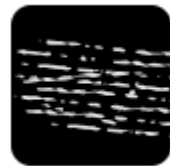


Positrones

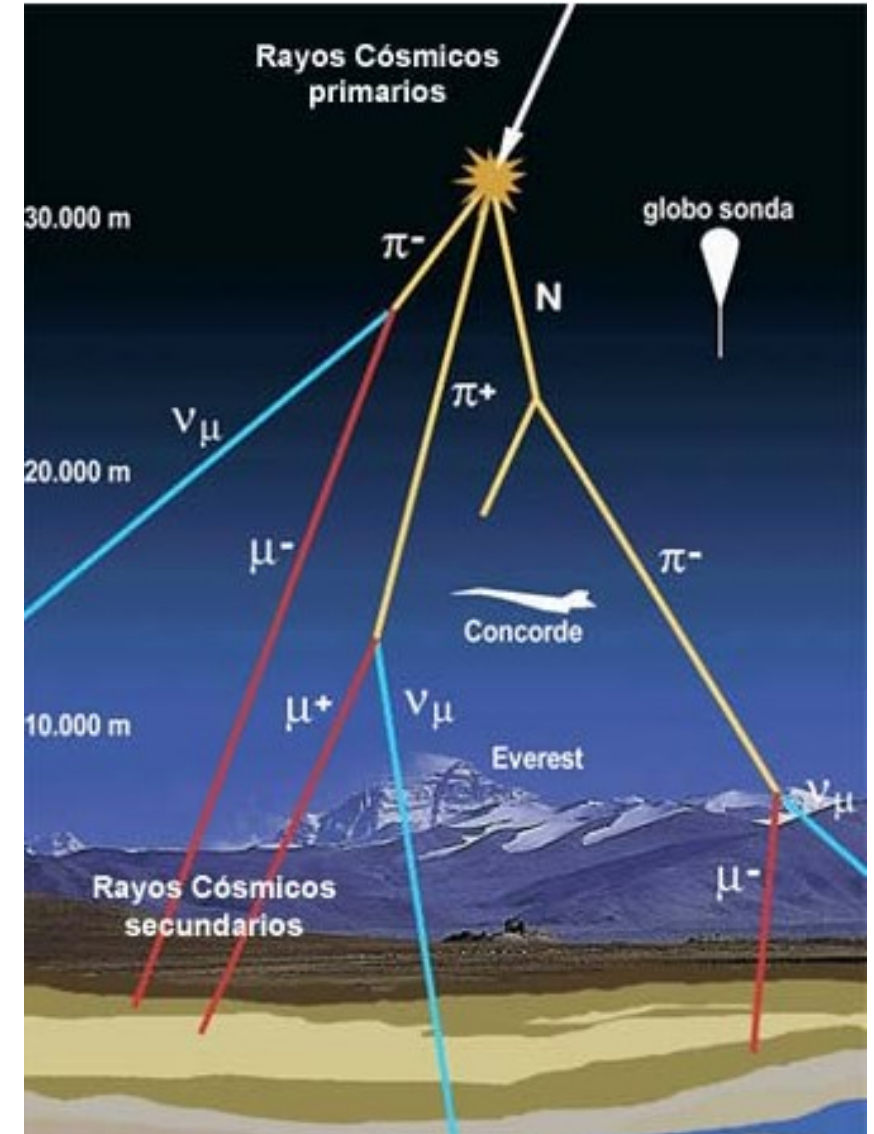
Algo más raro, pero también se ven



Muones





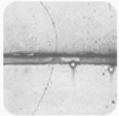

Lluvia de rayos cósmicos



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	▼

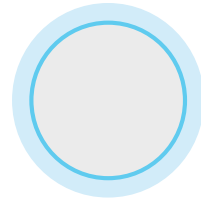
2.6. ¿Qué hemos hecho con el alumnado?



Diseño de una secuencia de enseñanza experimental e interdisciplinar para secundaria y bachillerato sobre la física de partículas



Contenidos y conceptos propios de la física de partículas



Contenidos y conceptos de otras áreas de la física y de materias STEM

2.6. ¿Qué hemos hecho con el alumnado?



Marco teórico

Sobre la metodología de investigación:
Investigación Basada en el Diseño
(Guisasola et al., 2021)

Contexto de la actividad como pilar fundamental y orientada al proceso
(Guisasola et al., 2021)

Iterativa
(McKenney y Reeves, 2018)

Intervencionista
(Kortland y Klaassen, 2010)

Pragmática
(Cherry Holmes, 1992)

Sobre la enseñanza en física de partículas

Deficiencias en su representación en la educación secundaria
(Ruiz-Jimeno y Sanchís, 2022)

Su **presencia** en la educación secundaria española es **limitada**
(Cascarosa Salillas et al., 2022; Lorenzo et al., 2018 Tuzón y Solves, 2014)

Uso de la cámara de niebla en el aula
(Barradas-Solas y Alameda-Meléndez, 2010)

2.6. ¿Qué hemos hecho con el alumnado?

Objetivos

Marco
teórico y
Metodología

Resultados y
conclusiones

Fase 1

Diseño de la secuencia teniendo en cuenta el marco teórico de la Investigación Basada en el Diseño.

Fase 2

Implementación de la secuencia inicial con estudiantes de 2º de bachillerato y análisis

10 estudiantes de 2º de bachillerato (Colegio El Salvador de Zaragoza)

Fase 3

Rediseño de la secuencia de enseñanza de enseñanza

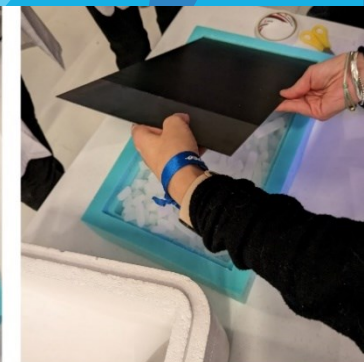
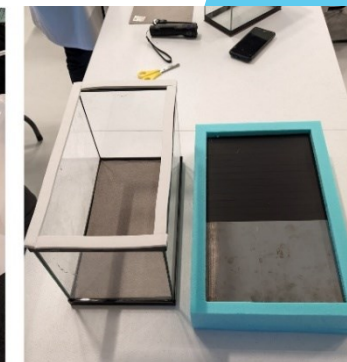
Fase 4

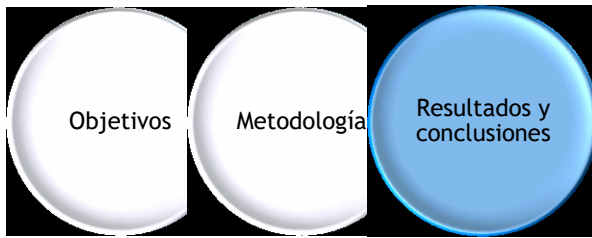
Implementación de la secuencia con estudiantes de 1º de bachillerato

64 estudiantes de 1º de bachillerato (IES Clara Campoamor de Zaragoza)

Instrumento de detección de partículas: **La cámara de niebla**

Metodología de enseñanza: Planteamiento de pregunta, IBSE y desarrollo de las prácticas científicas





¿Se puede evidenciar que existen partículas que no se pueden ver a simple vista? ¿Cómo?

Etapa 1
Presentación de la actividad

Etapa 2
Investigación y diseño de prototipos

Etapa 3
Observación de trazas de partículas

Etapa 4
Análisis de los datos obtenidos

Secuencia Inicial

- 1 sesión de 60 minutos + Trabajo autónomo
- **Introducción de la actividad y búsqueda autónoma de información**
- **Búsqueda de materiales y diseño** de la cámara de niebla propia

- 1 sesión de 100 minutos + Trabajo autónomo
- **Día de observación** de partículas con las cámaras de niebla (propias y aportadas por el profesor)
- **Grabación de partículas y análisis posterior**

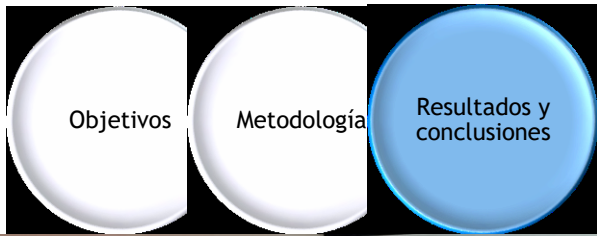
REDISEÑO

Secuencia Final

- 1 sesión de 60 minutos
- **Presentación detalla** de la actividad
- Se proporcionan **fuentes bibliográficas**

- 3 sesiones de 60 minutos
- **Análisis de la información y búsqueda de materiales para la construcción**
- La cámara de niebla como instrumento que requiere de **“mucho física”** para su correcto funcionamiento

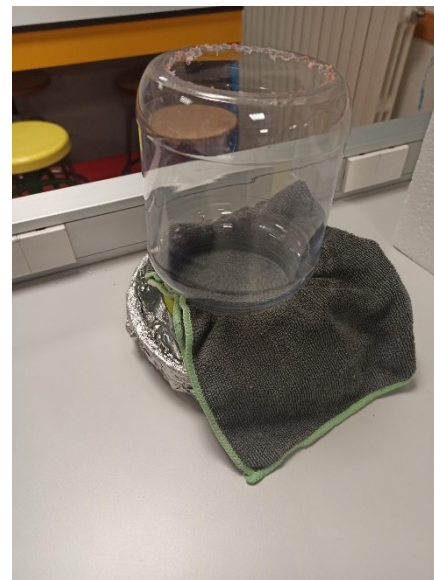
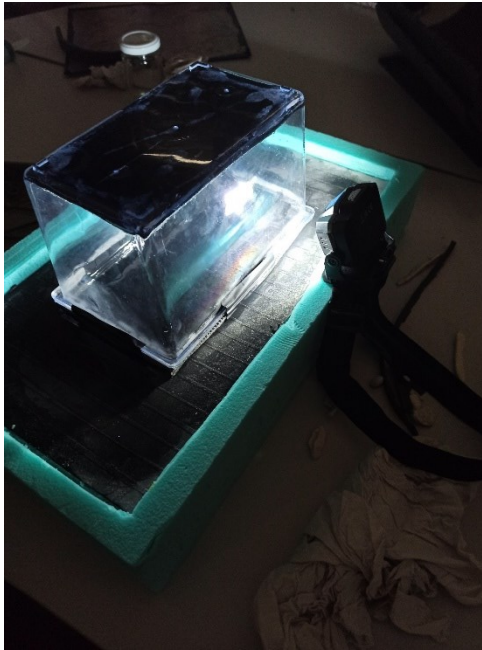
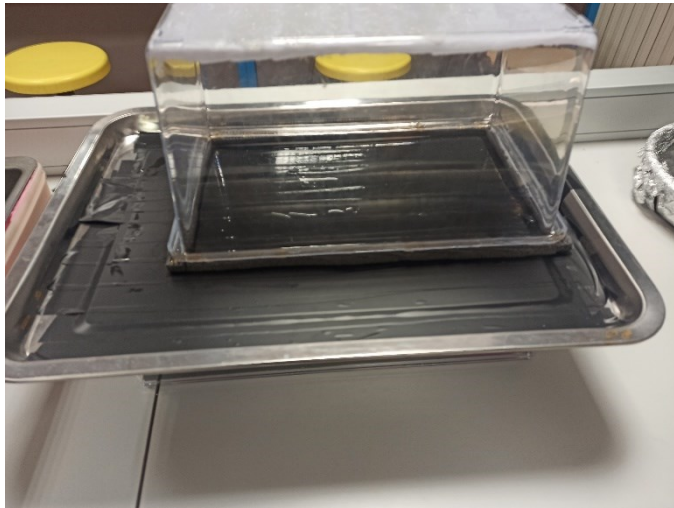
- 1 sesión de 120 minutos + Trabajo Autónomo
- Día de observación de partículas con las cámaras de niebla
- Grabación de partículas y análisis posterior
- **Análisis del funcionamiento de las cámaras de niebla**



CÁMARA DE NIEBLA

- Cámara de "vacío" X
- "Aislado del exterior"
- "Niebla dentro"
 - ↳ Humedad } - Vapor de agua X
 - ↳ Temperatura (Bajas)





CONCLUSIONES

Es necesario que el **estudiante tenga tiempo suficiente** para conocer su papel en la actividad

La **cámara de niebla como objeto didáctico** permite trabajar otras áreas científicas diferentes a la física de partículas: termodinámica, propiedades de los materiales, tecnología, diseño...

Motivación de los estudiantes por diseñar su propio instrumento → Importancia de trabajar con aquellas cámaras de niebla que no funcionan correctamente

Especialmente relevante la reflexión final sobre el conjunto de la actividad: ¿qué ha hecho que la cámara funcione (o no)?; y ¿qué tipo de trazas hemos logrado identificar?

3. Otros fenómenos y experiencias

1. ¡El grito del hielo seco!
2. Otros experimentos con el Hielo Seco
3. Muestras radiactivas y contador Geiger
4. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad
5. Gradientes de temperatura con Arduino
6. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración
7. ¿Y si acercamos imanes...?

3.1 Otros fenómenos y experiencias. El grito

Preguntas asociadas al instrumento de detección



3.1. Otros fenómenos y experiencias. El grito

Preguntas asociadas al instrumento de detección



¡¡¡MUCHA
FÍSICA!!!

¿Por qué “grita” el metal?

- El hielo seco sublima de sólido a gas. El ruido producido cuando un metal toca hielo seco es debido a el **Efecto Leidenfrost y al Principio de Bernoulli**.
- En una cámara de niebla, el **efecto Leidenfrost** ocurre cuando la **placa metálica caliente entra en contacto con el hielo seco**. La sublimación rápida del hielo seco genera una capa de **gas de CO₂ entre el hielo y la placa**. Cuando la **placa se presiona contra el hielo seco, esta capa de gas se comprime y expande, generando cambios de presión** que provocan un sonido fuerte debido al **efecto Bernoulli**.
- Debido a que los metales son buenos conductores , transfieren el calor ambiental a la superficie del hielo seco. Esto aumenta la velocidad de vaporización del hielo seco. **A medida que se crea más y más gas, empuja a través de los puntos donde el metal toca el hielo seco, creando una caída de presión que vuelve a juntar el metal y el hielo seco.**
- Cuando **el gas es empujado hacia arriba por el gas evaporado y hacia abajo por la caída de presión, vibrará lo suficientemente rápido como para escuchar un ruido** audible. Dependiendo de la conductividad del tipo de metal, la frecuencia será diferente.

3.2. Otros experimentos con el Hielo Seco

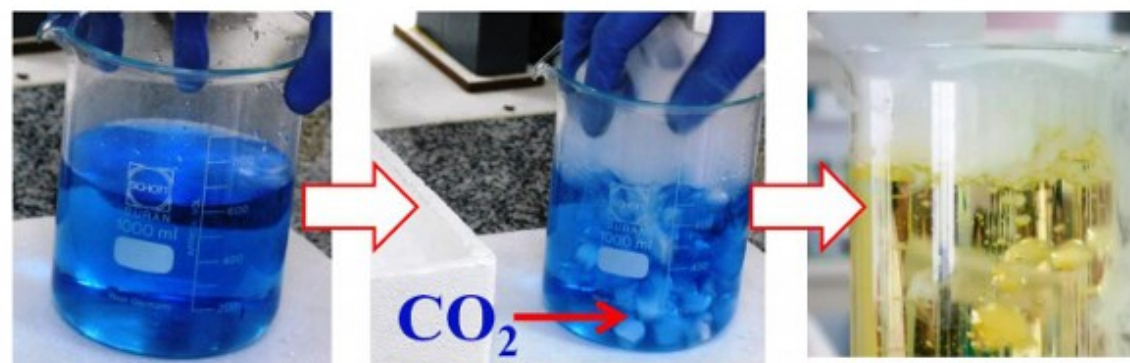
Al comprar hielo seco, es posible aprovecharlo para hacer **otros experimentos**, por ejemplo, de química.

En **Pinto et al., (2017)**, se muestran varios experimentos para hacer en educación secundaria

Química y física de algunos efectos especiales en cinematografía: Una propuesta educativa y para la divulgación

Gabriel Pinto^{1,a}, María Luisa Prolongo^{2,b}, José Vicente Alonso^{1,c}

[Enlace artículo](#)



Agua con gotas de azul de bromotimol

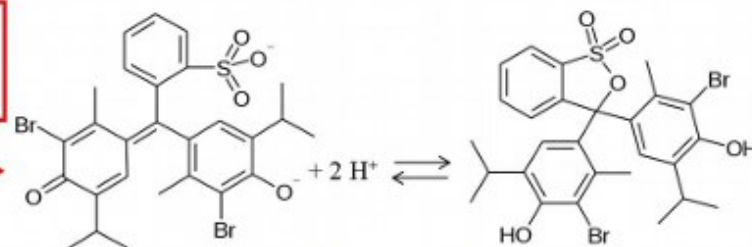


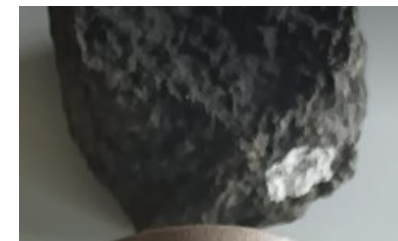
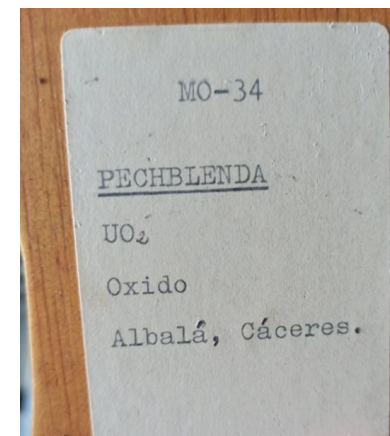
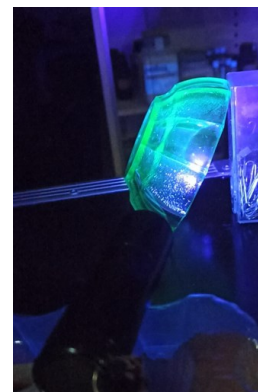
Figura 2. Resultado de la experiencia de añadir **hielo seco** en disolución acuosa ligeramente básica con unas gotas de indicador azul de bromotimol, del que se incluye su estructura molecular (en función del pH).



Figura 3. Cambio de color producido al enfriarse un envase termocrómico, inicialmente rosa a unos 22 °C, y en una pajita (también termocrómica) que al principio era blanca, al estar en contacto con agua sobre la que se añadió hielo seco. En el caso de la pajita, se debe sorber el agua con aspirador manual para pipetas, para evitar riesgos.

3.3. Otros fenómenos y experiencias. Muestras radiactivas y contador Geiger

¿Quién es más radiactivo?



3.3. Otros fenómenos y experiencias. Muestras radiactivas y contador Geiger

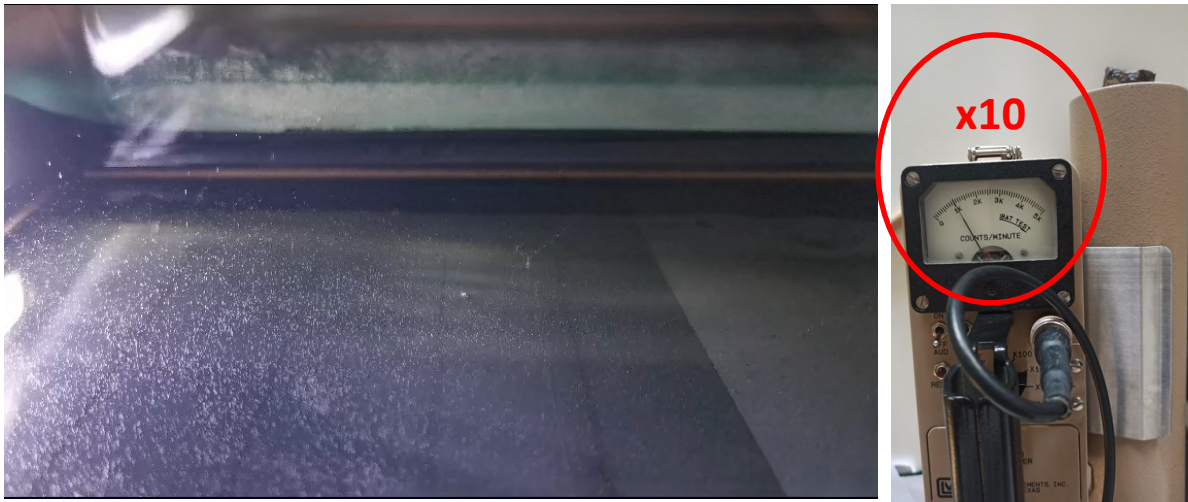
Pruebas con la cámara de niebla: uso de fuentes radiactivas

Uso de muestra radiactiva escolar (Zirkon)

Leves diferencias con radiación natural
Leve detección con el contador
No es posible controlar/diferenciar las trazas de la radiación natural

Uso de minerales radiactivos (Pechblenda)

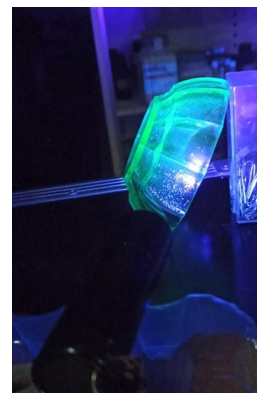
Incremento notable del número de trazas
Valores muy elevados con el contador
No es posible controlar/diferenciar las trazas de la radiación natural



¿Recomendable el uso reiterado?

3.4. Otros fenómenos y experiencias. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad

¿Y por qué brilla?



3.4. Otros fenómenos y experiencias. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad

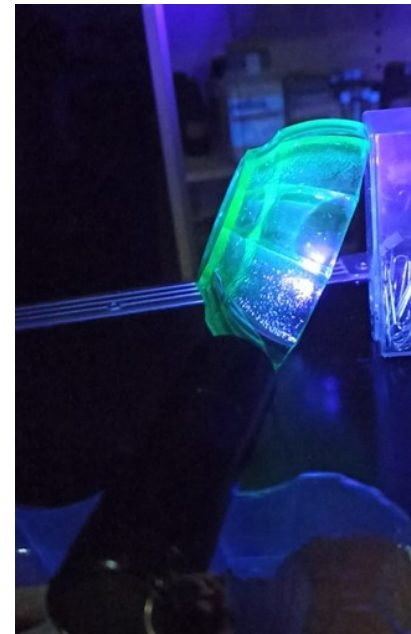
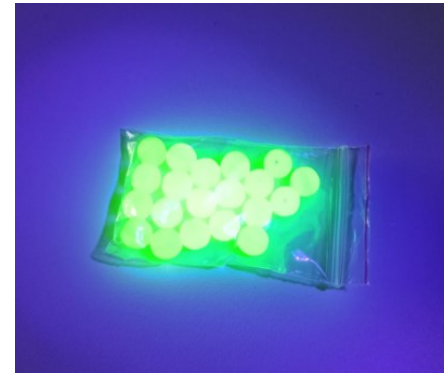
El vidrio de uranio contiene pequeñas cantidades de óxidos de uranio, que son **materiales fluorescentes**. La fluorescencia ocurre cuando la luz ultravioleta (UV) excita los electrones en los átomos de uranio, llevándolos a un estado de mayor energía. Cuando los electrones regresan a su estado base, liberan energía en forma de **luz visible**, típicamente en tonos verdes o amarillos.

1. Proceso físico:

1. Los fotones UV tienen alta energía y excitan los electrones en los átomos de uranio.
2. Los electrones emiten luz visible al decaer al estado fundamental.

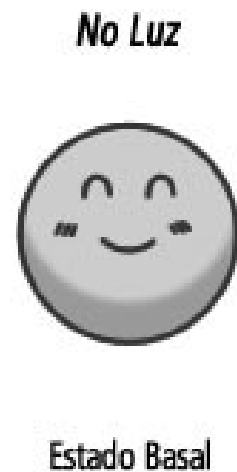
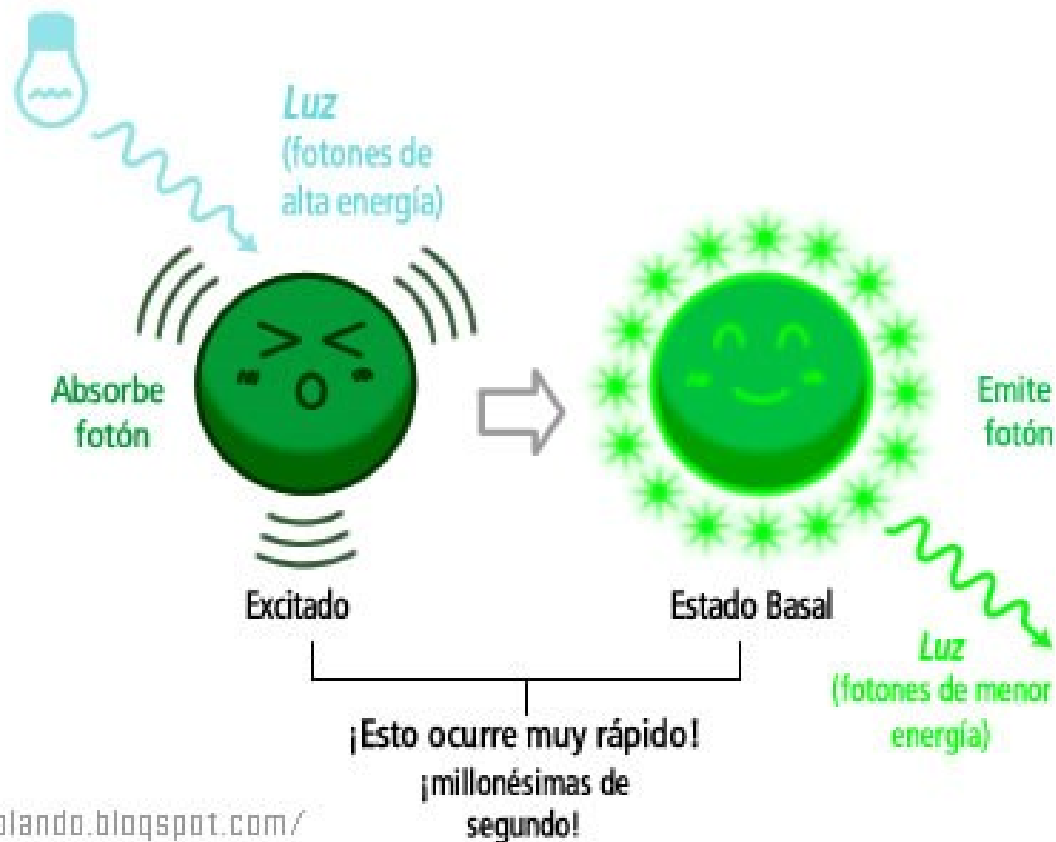
2. Relación con la estructura atómica:

1. Los niveles electrónicos del uranio permiten transiciones que emiten luz visible al interactuar con fotones UV.



3.4. Otros fenómenos y experiencias. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad

Fluorescencia



3.4. Otros fenómenos y experiencias. Fluorescencia (que no fosforescencia) vs radiactividad

Diferencias entre Fluorescencia y Fosforescencia

Propiedad	Fluorescencia	Fosforescencia
Duración	Instantánea (cesa al apagar la luz)	Puede durar segundos, minutos u horas
Estados electrónicos	Transiciones permitidas (rápidas)	Estados metaestables (transiciones prohibidas)
Ejemplos	Marcadores fluorescentes, billetes de banco, vidrio de uranio	Pegatinas que brillan en la oscuridad, pintura fosforescente

3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino

Medir gradientes de temperatura con ARDUINO

Se necesita

- 1.Placa de arduino (o nanoarduino)
- 2.Sensores de temperatura (¡ojo! Tienen que ser impermeables)
- 3.Programa (propio) de arduino
- 4.Cálculo de gráficos con excel



Pasa el ratón por encima de la imagen para ampliarla

[Diymore 3pcs Desarrollo de Desarrollo,CH340 5V 16M Placa de Micro Controlador con Interfaz Tipo C](#)
Visita la tienda de diymore
3,9 ★★★★★ 33 valoraciones

17⁹⁹ €

Devoluciones GRATIS

Los precios de los productos vendidos en Amazon incluyen el IVA. Dependiendo de tu dirección de entrega, el IVA puede variar al finalizar la compra. Para obtener más información, haz clic [aquí](#).

Color	3 piezas (los pines no están soldados)
Marca	diy more
Tensión	5 Voltios
Fabricante	diy more

Acerca de este producto

- Este módulo adopta la interfaz Tipo-C, que es conveniente para conectar.
- 8 entradas analógicas: TX, RX, D2-D13, Chip:CH340
- 6 puertos PWM: D3, D5.D6.D9, D10, D11
- Puerto serie y receptor de nivel TTL RX/TX

[Enlace placa arduino](#)

3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino

Temperature Probe Waterproof 



1m Cable Sensor de Temperatura Digital
RUIZHI 5 Piezas Sonda de Temperatura
estanca Sonda de Temperatura de Acero
Inoxidable Compatible con Arduino

Marca: RUIZHI
4,2  4 valoraciones

No disponible.

Marca	RUIZHI
Dispositivos compatibles	Ordenador personal
Interfaz de tarjeta de gráficos	PCI Express
Fabricante	RUIZHI

Acerca de este producto

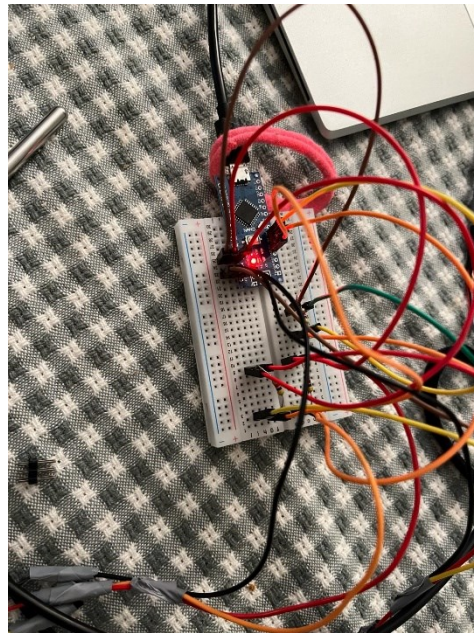
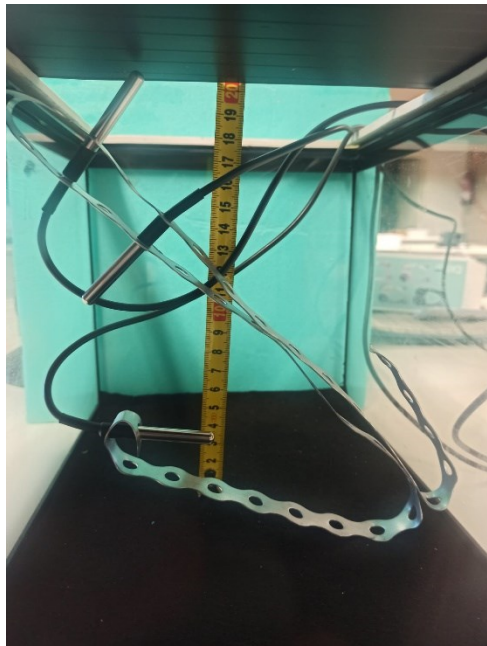
- **【Material de alta calidad】** : La sonda cuenta con el chip sensor de temperatura original , encerrado en un tubo de acero inoxidable de alta calidad para propiedades impermeables, a prueba de humedad y resistentes a la oxidación.
- **【Medición de precisión】** : Carcasa de acero inoxidable (6*50mm), 1M de longitud de cable, cada sonda se empaqueta individualmente después de rigurosas pruebas para garantizar una medición de temperatura de alta precisión. "
- **【Amplio rango de temperatura】** : sonda de temperatura amplio rango de detección de temperatura de **-55°C a +125°C**, adecuado para diversos entornos.

Pasa el ratón por encima de la imagen para ampliarla

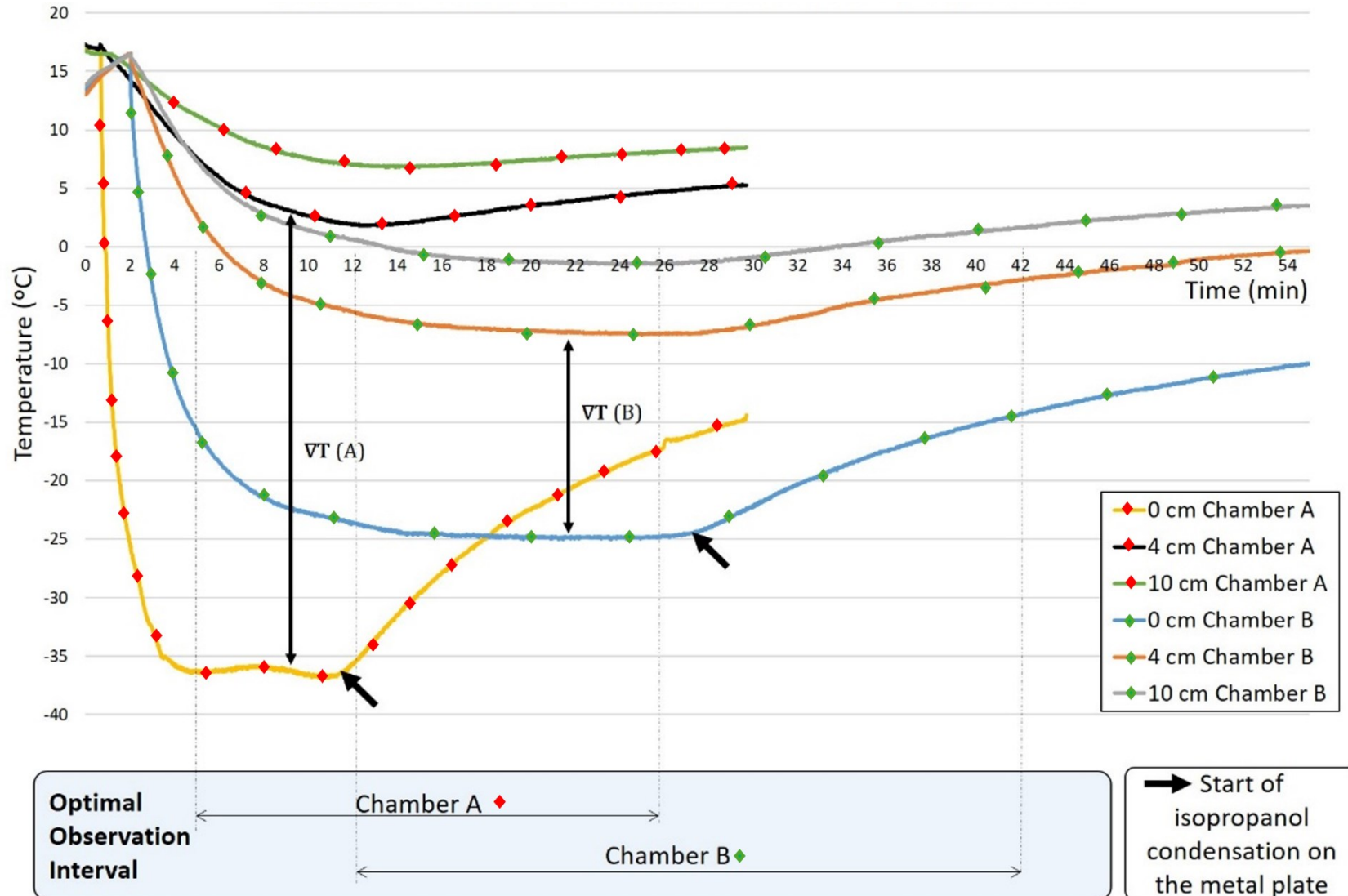
**Hay muchos tipos.
Una actividad
interesante sería que
el alumnado elija el
tipo de sensor que se
necesita**

3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino

```
sketch_mar19a | Arduino IDE 2.3.2
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
Seleccionar Placa
sketch_mar19a.ino
1 #include <OneWire.h>
2 #include <DallasTemperature.h>
3
4 OneWire ourWire(02); //Se establece el pin 2 como bus OneWire
5
6 DallasTemperature sensors(&ourWire); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor
7
8 void setup() {
9   delay(1000);
10  Serial.begin(9600);
11  sensors.begin(); //Se inicia el sensor
12 }
13
14 void loop() {
15  sensors.requestTemperatures(); //Se envía el comando para leer la temperatura
16  float temp= sensors.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C
17 }
```

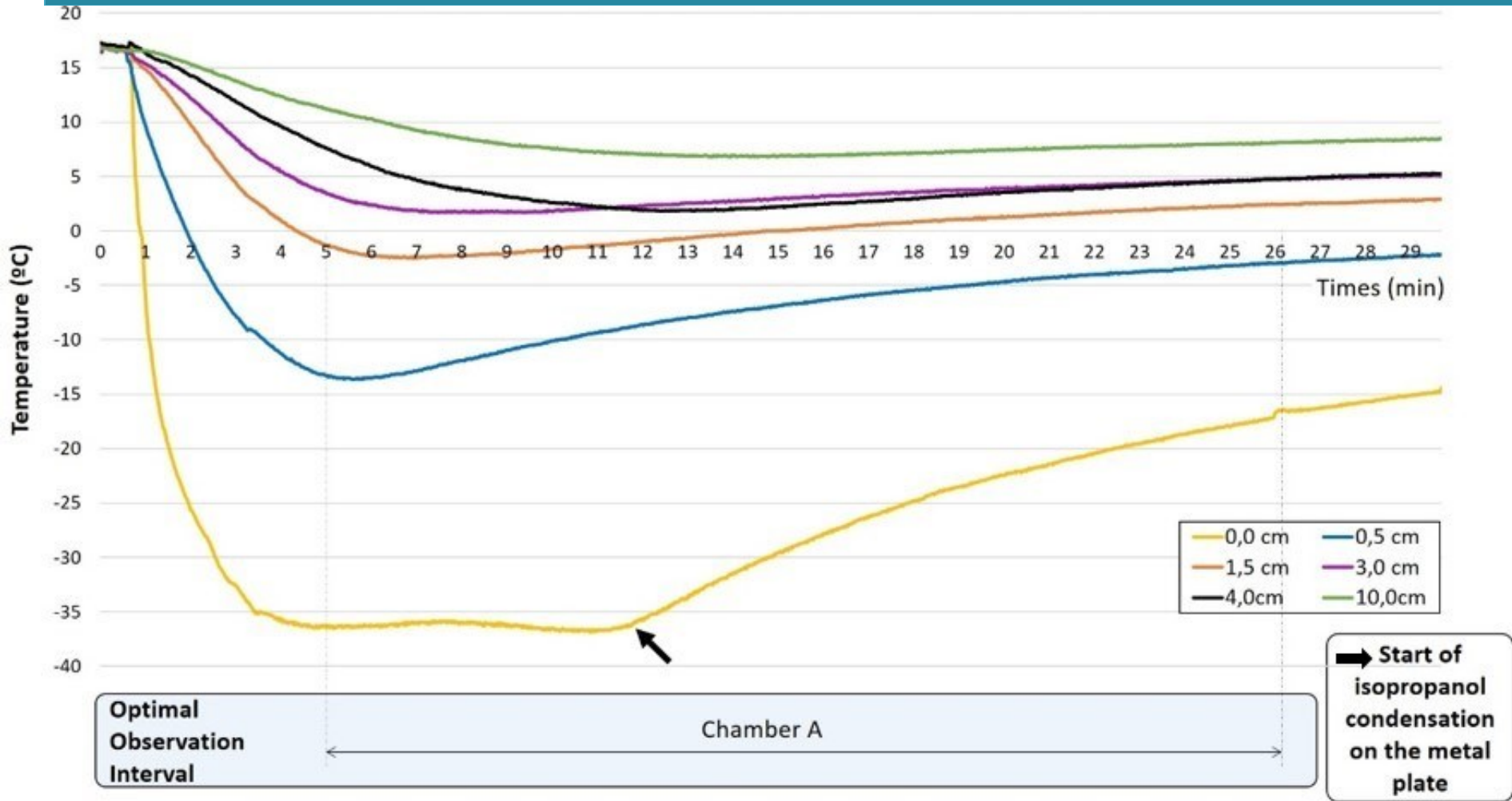


3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino



Artículo aceptado para publicación en:
The Physics Teacher
Pozuelo-Muñoz, et al., (2025)
(en prensa)

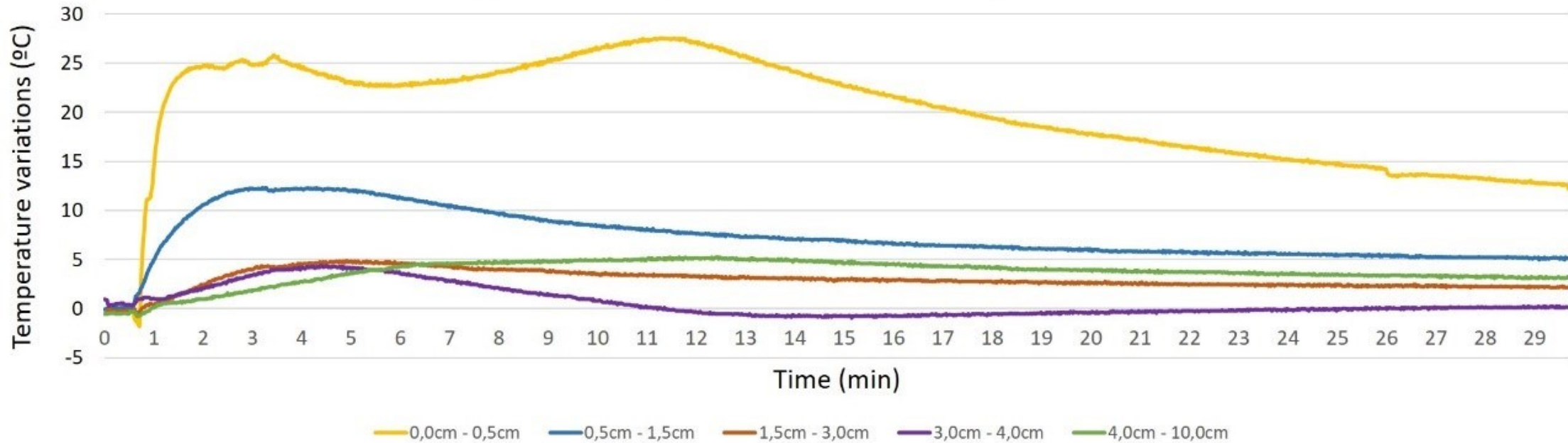
3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino



Artículo aceptado para publicación en:
The Physics Teacher
Pozuelo-Muñoz, et al., (2025)
(en prensa)

3.5. Otros fenómenos. Gradientes de temperatura con Arduino

Temperature variations between different heights over time



Artículo aceptado para
publicación en:
The Physics Teacher
Pozuelo-Muñoz, et al., (2025)
(en prensa)

3.6. Otros fenómenos. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración

Uso del tubo de Rayos catódicos

Tubo de rayos catódicos (escolar)

- Se genera un haz de electrones al aplicar un voltaje
- Son electrones de baja energía (**del orden de keV**)
- Se pueden observar en una pantalla fosforescente



Descripción del experimento

- a) Poner la cámara de niebla en marcha y esperar a que se observen claramente las trazas de las partículas que la atraviesan
- b) Colocar el tubo de rayos catódicos a unos 5 cm de distancia de la cámara de niebla
- c) Generar el haz de electrones durante un segundo con el tubo de rayos catódicos y observar las trazas producidas
- d) Introducir diferentes barreras entre el tubo y la cámara para comprobar si se siguen observando las trazas

3.6. Otros fenómenos. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración

Funcionamiento de un tubo de rayos catódicos

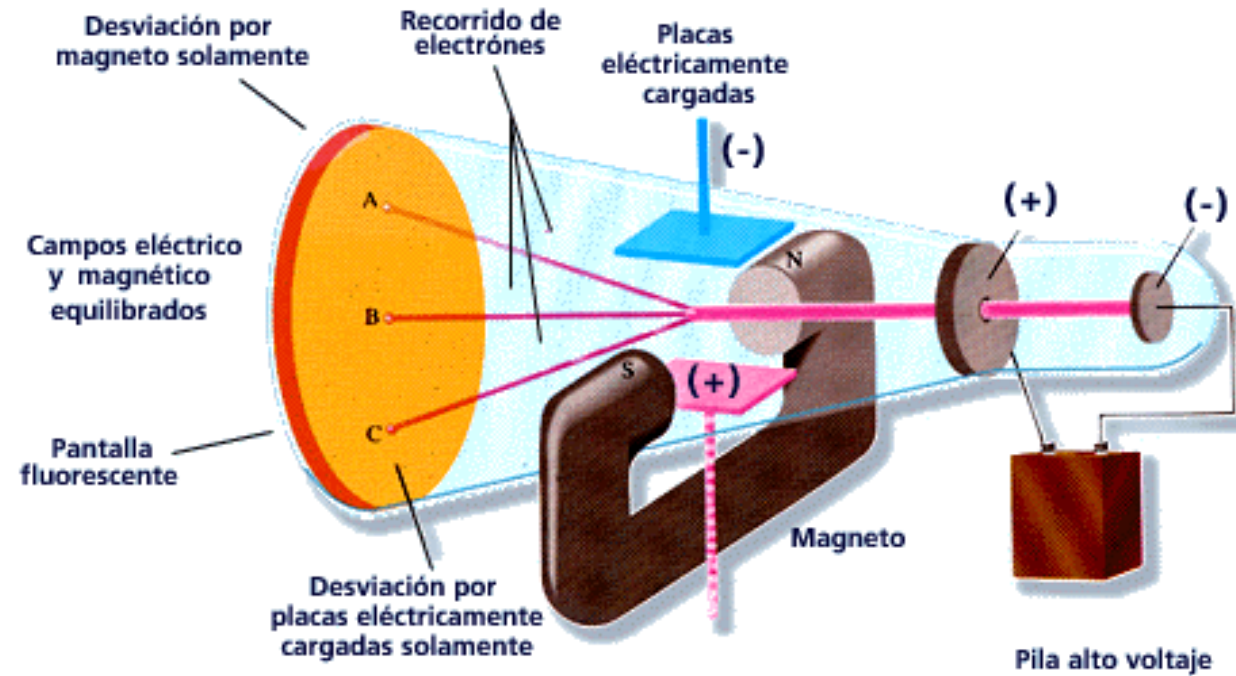
Un tubo de rayos catódicos (TRC) es un dispositivo que usa un flujo de electrones, conocido como **rayos catódicos**, para crear imágenes o mostrar datos. Este es el principio de los antiguos televisores y osciloscopios

1. Estructura básica del tubo:

1. Al calentar el cátodo, los electrones se liberan por un proceso llamado **emisión termoiónica**.
2. Los electrones se aceleran hacia el ánodo mediante una diferencia de voltaje.
3. Una rejilla de enfoque y placas deflectoras controlan la dirección y posición del haz de electrones.

2. Interacción con la pantalla:

1. La pantalla está cubierta con una capa de fósforo que emite luz visible (brilla) cuando es impactada por los electrones.
2. Dependiendo del control del haz, se puede dibujar un patrón o una imagen.



3.6. Otros fenómenos. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración

Funcionamiento de un tubo de rayos catódicos

Prácticas con un tubo de rayos catódicos

Algunas prácticas didácticas que se pueden realizar incluyen:

1. Desviación del haz de electrones por campos eléctricos:

1. Coloca un campo eléctrico externo cerca del TRC y observa cómo el haz de electrones se desvía. Esto demuestra que los electrones tienen carga negativa.

2. Desviación por campos magnéticos:

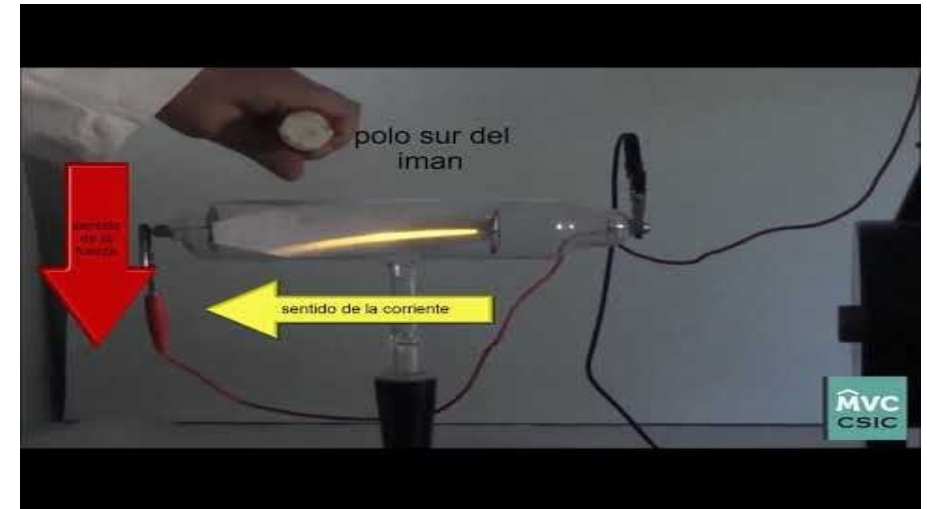
1. Usa un imán para desviar el haz de electrones y estudia la relación entre la fuerza magnética, la dirección del campo y la velocidad de los electrones.

3. Fosforescencia en la pantalla:

1. Cambia la intensidad del haz o usa diferentes recubrimientos de fósforo para observar colores y tiempos de persistencia distintos.

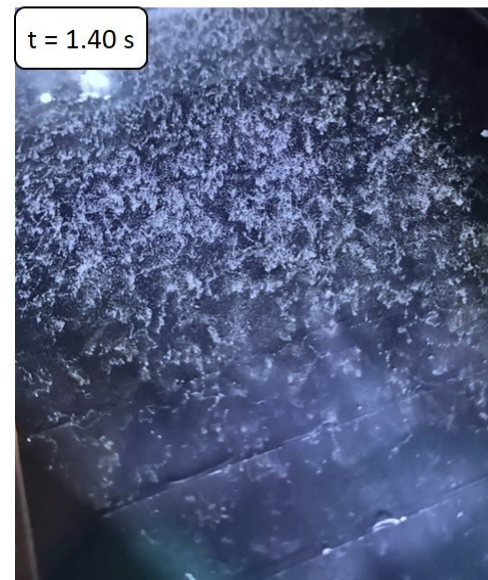
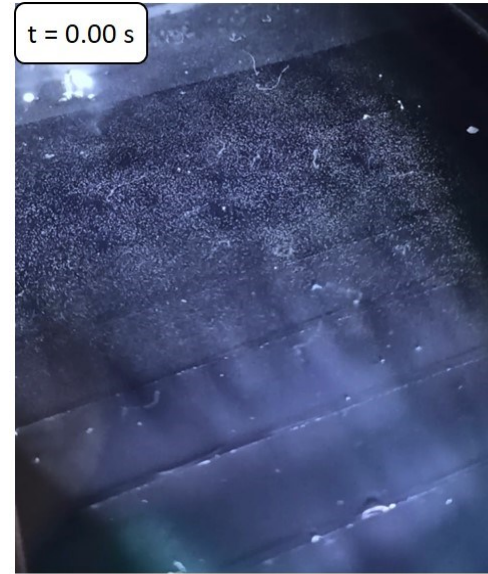
4. Cálculo de velocidades de los electrones:

1. Con la energía cinética ($E_k = 1/2mv^2$) y el voltaje aplicado ($E = qV$), calcula la velocidad de los electrones.



3.6. Otros fenómenos. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración

¿y se ve en la cámara de niebla?



3.6. Otros fenómenos. Tubo de Rayos catódicos y poder de penetración

Introducción de barreras entre el tubo y la cámara de niebla

Hoja de papel



Fieltro (1mm)



Lámina metal (1mm)



Y se puede calcular el poder de penetración de los electrones en los diferentes materiales, también de manera cuantitativa

3.7. Otros fenómenos. ¿y si acercamos imanes?

Funcionamiento de un tubo de rayos catódicos

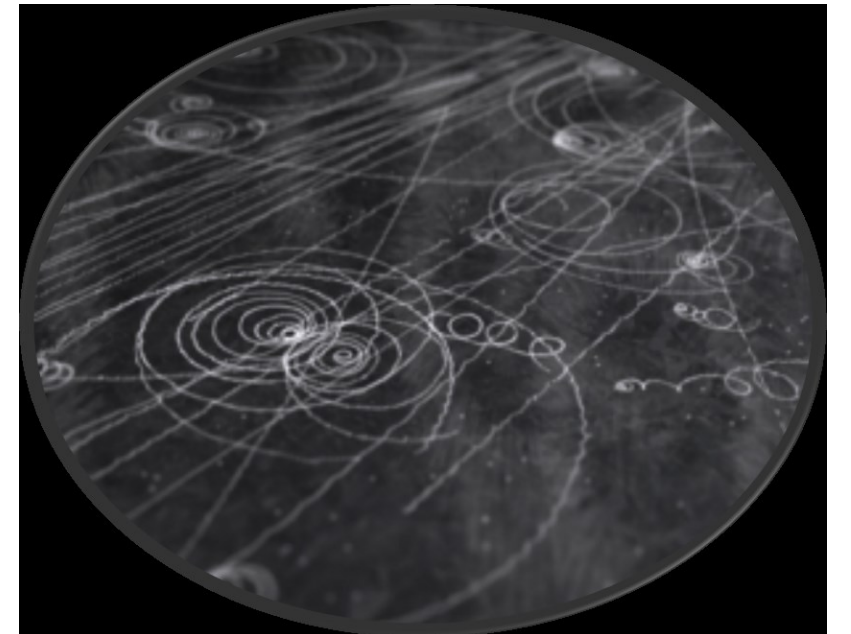
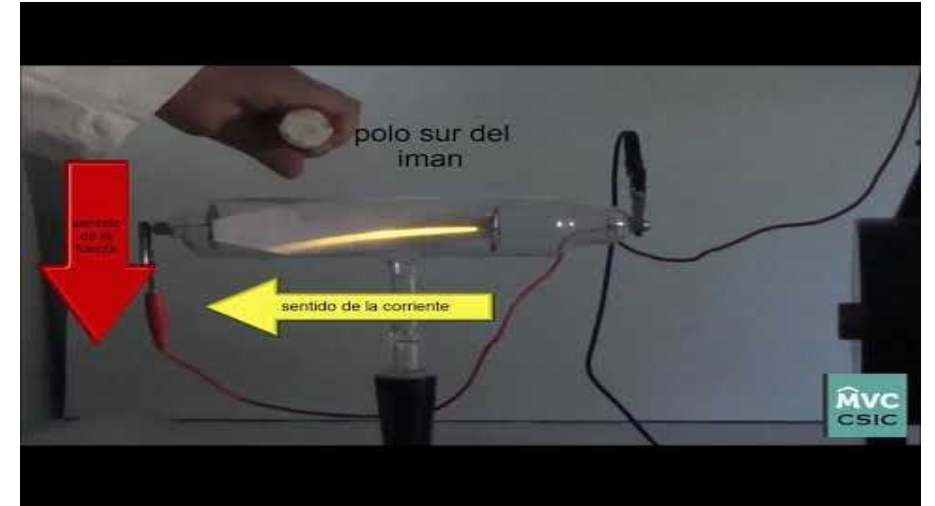
Hemos visto, que en el Tubo de Rayos Catódicos, podemos desviar el haz de electrones...

Entonces,

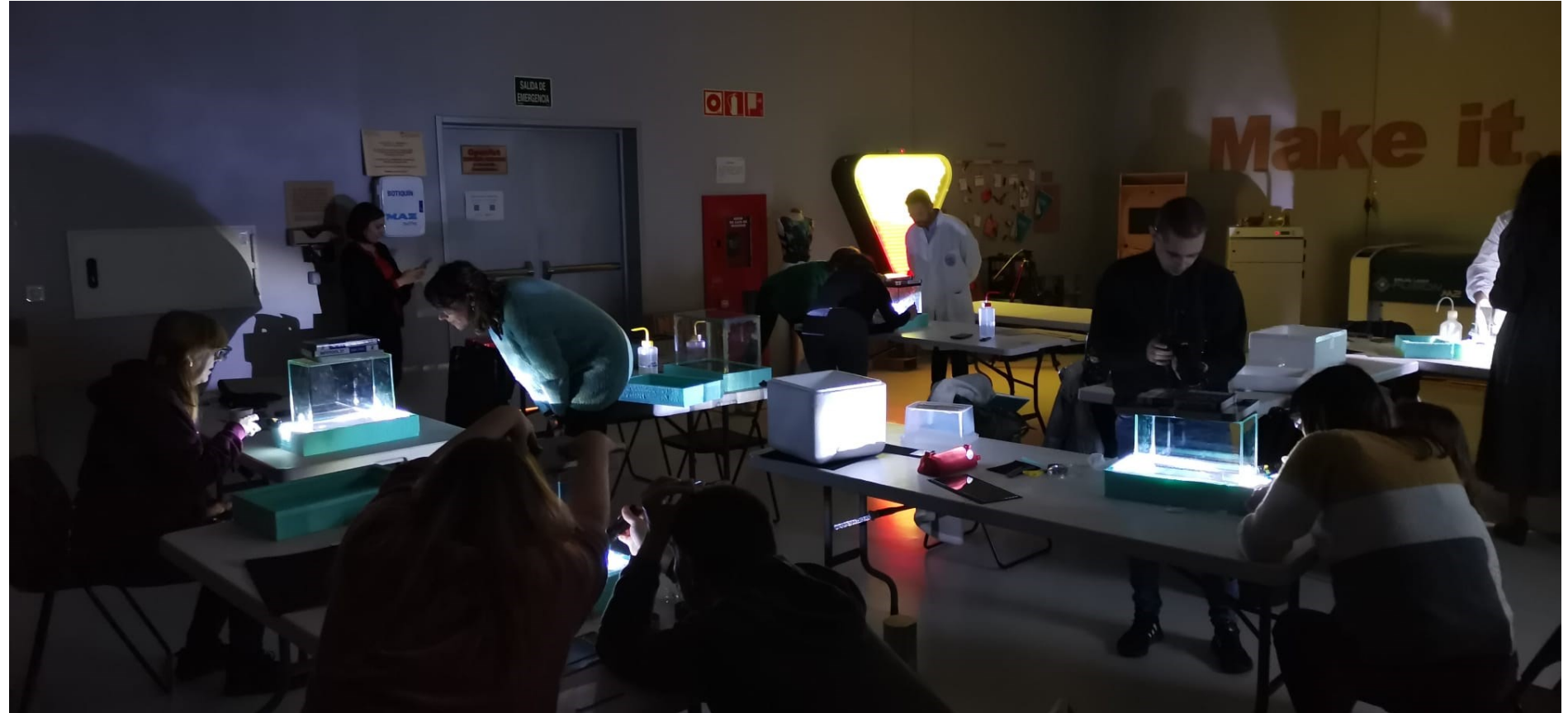
¿PODREMOS GIRAR LOS ELECTRONES EN LA CÁMARA DE NIEBLA...?

¿PODREMOS GIRAR LOS ELECTRONES
EN LA CÁMARA DE NIEBLA...?

Todavía no hemos probado, pero lo haremos el próximo día...



Próximo día, a buscar partículas



Bibliografía

Barradas-Solas, F. y Alameda-Meléndez, P. (2010). Partículas de verdad: construya su propia cámara de niebla. *Science in School*, 14. 36-40.

Cascarosa Salillas, E., Pozuelo Muñoz, J., Jiménez, M. y Fernández Álvarez, F.J. (2022). Analysis of the mental model about the atom concept in Spanish 15- to 18- years old students. *Educación química*, 33 (2), 181-193. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.2.79895>

Pozuelo Muñoz, J. y Rodríguez-Casals, C. (2024). *Más allá del átomo. Un acercamiento al Conocimiento Didáctico del Contenido y guía didáctica sobre una implementación experimental en el aula*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza. DOI: [10.26754/uz.978-84-10169-20-3](https://doi.org/10.26754/uz.978-84-10169-20-3)

Pozuelo-Muñoz, J., y Rodríguez-Casals, C. (2024). ¿Podemos ver partículas elementales? Fabricación y uso de una cámara de niebla. En *AuLia. Aulas en residencia en los Laboratorios CESAR de Innovación Abierta de la Universidad de Zaragoza. Talleres y experiencias didácticas en el contexto de las ciencias experimentales*. Rodríguez-Casals, C. y Cabero, R. (coord.). Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza . DOI: [10.26754/uz.978-84-10169-12-8](https://doi.org/10.26754/uz.978-84-10169-12-8)

Agradecimientos



División de Enseñanza
y Divulgación de la Física



Universidad
Zaragoza



Universidad
Zaragoza

