



Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

# **Una propuesta educativa innovadora: Partículas de cerca con la cámara de niebla**

***(An innovative educational proposal: a close up  
look at particles with a cloud chamber)***

**Alumno:** Marta Iglesias Santamaría

**Especialidad:** Física, Química y Tecnología

**Director:** Julio Largo Maeso

**Curso académico:** 2014/2015

**Fecha:** Junio 2015

# Índice

## BLOQUE I: Principales conceptos y objetivos

1. Justificación.....	4
2. Introducción.....	5
3. Contenidos básicos teóricos.....	7
3.1 <i>La Física de Partículas</i> .....	7
3.2 <i>Una ojeada a las partículas</i> .....	7
3.3 <i>Métodos de detección: la cámara de niebla</i> .....	8
3.4 <i>Radiación ambiental y rayos cósmicos</i> .....	9
3.5 <i>Conceptos físicos importantes</i> .....	10
4. Relación con los contenidos de Bachillerato .....	13
4.1 <i>Contenido curricular</i> .....	13
4.2 <i>Contenido de ampliación</i> .....	14
5. Objetivos .....	16

## BLOQUE II: Base didáctica y diseño de la actividad

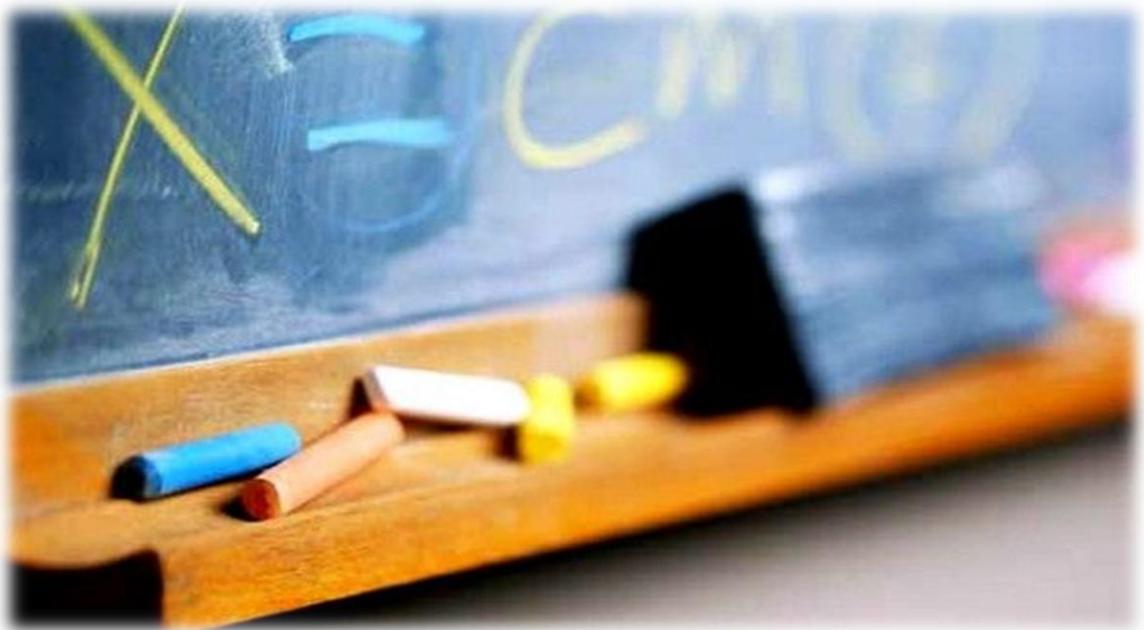
6. Puesta en marcha de la actividad .....	18
6.1 <i>Marco teórico</i> .....	18
6.2 <i>Metodología</i> .....	19
6.2.1 <i>Temporalización</i> .....	20
6.2.2 <i>Desarrollo de las sesiones</i> .....	20
6.2.3 <i>Justificación de los trabajos</i> .....	24
7. Montaje del experimento .....	27
7.1 <i>Materiales</i> .....	27
7.2 <i>Procedimiento</i> .....	29
7.3 <i>Presupuesto</i> .....	30
8. Adaptación de la actividad.....	32
8.1 <i>Sesión adaptada</i> .....	32
8.2 <i>Evaluación de los alumnos</i> .....	33
8.3 <i>Análisis de las encuestas y la sesión</i> .....	36
8.4 <i>Posibles mejoras</i> .....	38

## BLOQUE III: Conclusiones finales

9. Conclusiones.....	42
10. Bibliografía .....	44
<b>Anexo I:</b> Hoja de trabajo de laboratorio .....	46
<b>Anexo II:</b> Presentación actividad.....	47
<b>Anexo III:</b> Encuesta a los alumnos.....	56

# **BLOQUE I:**

## **Principales conceptos y objetivos**



# 1. Justificación

La Física de Partículas tiene como objetivo descubrir las estructuras más pequeñas del Universo y estudiar su comportamiento, por lo que su importancia es indudable. Además, debido a los últimos descubrimientos tan mediáticos, como el bosón de Higgs, es un campo de la Física bastante visible y tangible para la Sociedad.

No obstante, su presencia en la enseñanza en nuestro país es bastante escasa: en la E.S.O. se ve tímidamente algo sobre estas partículas cuando se estudia la estructura de los átomos (siempre que el profesor lo considere adecuado y decida comentárselo a los alumnos) siendo en Bachillerato cuando se introducen conceptos sobre esta rama de la Ciencia, estando explícitos en el currículum por primera vez en la nueva ley educativa: la LOMCE (8/2013, de 9 de diciembre).

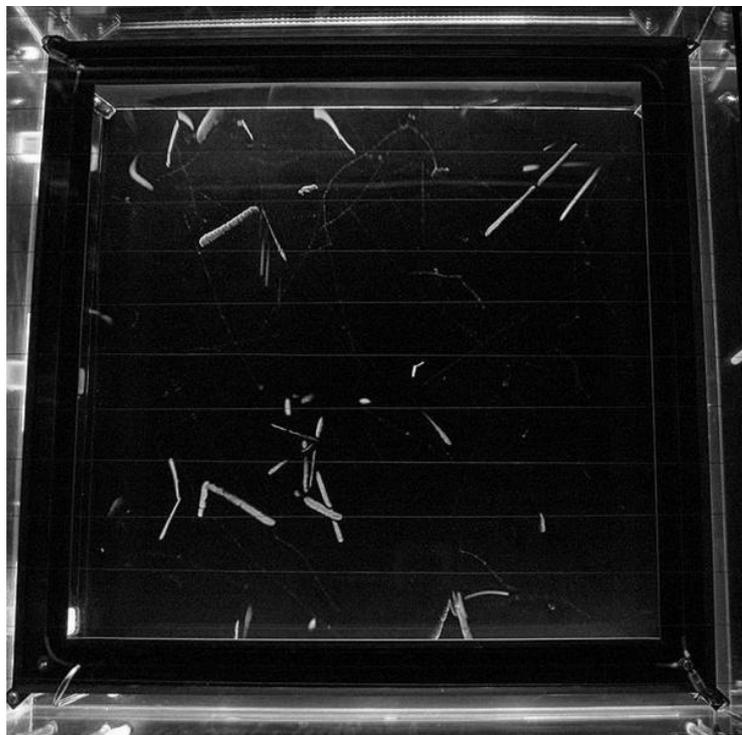
Si se observan muchos de los libros de texto de la Educación Secundaria Obligatoria se pueden encontrar afirmaciones tan aberrantes como que el modelo atómico actual, de 1932, establece la estructura mínima de la materia en electrones, neutrones y protones dentro del núcleo. Aunque se haga creer al alumnado que esto es cierto en estos libros de texto, desde 1932 no han sido pocos los descubrimientos que han revolucionado completamente el concepto de átomo que se tenía en esa época. Estos descubrimientos han sido posibles gracias a los detectores y aceleradores de partículas, que permiten que el ser humano estudie el comportamiento de estructuras tan pequeñas e "invisibles" a los ojos.

Por todas estas razones, pretendo con esta actividad de cuatro sesiones que presento como Trabajo Fin de Máster, aumentar el campo de visión de los alumnos con respecto a la Ciencia y a la rama de Física de Partículas (que tiene más de medio siglo, aunque la veamos como algo novedoso) y que veo que profesores de instituto han puesto en práctica con éxito consiguiendo cautivar a sus alumnos con ellas.

En esta actividad, se construirá un detector de partículas casero y se realizarán varias exposiciones relacionadas con esta rama de la Física.

## 2. Introducción

En el presente trabajo se va a desarrollar la actividad que posteriormente se pondrá en práctica con alumnos de 1º de Bachillerato matriculados en la asignatura de Física y Química. Esta actividad les va a ayudar a entender muchos de los conceptos que han estudiado en este nivel y otros completamente nuevos, basándose en un experimento de Física Moderna muy atractivo para los alumnos: un detector de partículas casero con el que observarán como están rodeados de electrones, fotones y todo tipo de partículas.



**Figura 1:** Trazas de rayos cósmicos en una cámara de niebla (Thoman, 2013).

Con esta actividad, se pretende que los alumnos adquieran conceptos sobre la materia y la estructura que la conforma y descubran que no es necesario un experimento complicado de entender y de grandes dimensiones para ver, con sus propios ojos, el rastro de partículas tan pequeñas como un electrón.

Tal y como vemos las trazas de los aviones en el cielo, basándonos en el mismo principio físico, los alumnos observarán estas partículas tan pequeñas. Este instrumento es fácil de operar y con muchísimas posibilidades

didácticas y de divulgación (con él van a ser conscientes de las partículas que les rodean, van a poder construir un experimento con materiales caseros y asequibles, relacionarán la estructura de la materia con estas partículas que observamos...). Algunos profesores de instituto han ganado premios de divulgación con esta actividad (Barrada-Solas, 2010) y en todos los museos de Ciencias tienen un ejemplar de este detector por lo que creo que puede ser muy interesante que los mismos alumnos lo construyan.

De hecho, existe un videojuego galardonado con premios de innovación, de mejor juego social y de mejor juego del año 2014 que se llama "*Cloud Chamber*" (Investigate North, 2014) y está basado en este experimento.

Esta propuesta se plantea como una actividad de ampliación en la que el alumno se va a familiarizar con la actividad científica y tecnológica y se va a contribuir a aumentar el interés de los estudiantes hacia las Ciencias. Por otra parte, van a conocer las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente ayudando a que los alumnos conozcan el entorno que les rodea y que vean cómo es posible que las distintas ramas de la Ciencia trabajen estrechamente ligadas, fomentando así la importancia de las actividades multidisciplinares (74/2008, de 31 de julio).

Se puede dividir este trabajo en tres bloques: por un lado, en el más teórico se relaciona el experimento con los contenidos y objetivos de Bachillerato, se explican los principales conceptos físicos necesarios para entender el experimento y los objetivos que se pretenden alcanzar.

Por otra parte, en el segundo bloque se explicará la puesta en marcha del experimento, en qué consiste su montaje, la propia actividad con los alumnos y la evaluación de la misma, la didáctica que se ha utilizado y la forma en la que se les suministrará la información a los alumnos. Por último, se muestran las conclusiones a las que se llega y se valorará si se han cumplido o no los objetivos marcados al comienzo.

En los anexos se presentan los materiales utilizados con los alumnos que posteriormente se explicarán.

## 3. Contenidos básicos teóricos

Antes de mostrar la relación de esta actividad con los objetivos y contenidos de la asignatura de Física y Química, se van a explicar los principales conceptos físicos para entender el experimento y la actividad desde un punto de vista más teórico.

### 3.1 La Física de Partículas

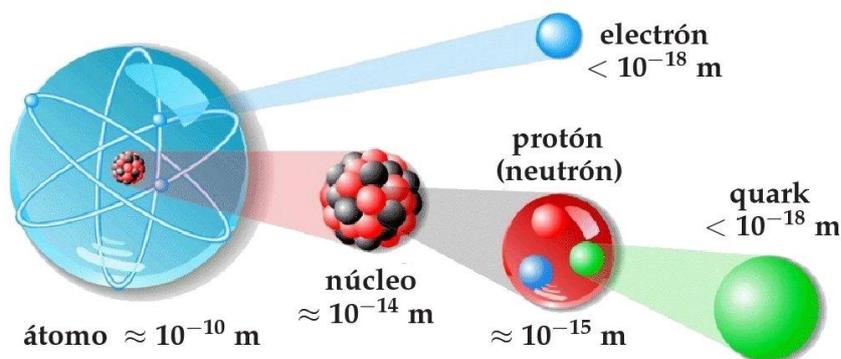
La Física de Partículas tiene como principal objetivo descubrir las piezas básicas que conforman y estructuran la materia así como las leyes que obedecen.

Es una rama de la Física con la que los avances de la sociedad han sido muy notables pero a menudo recibe menos atención de la que se merece. Esto se debe a que se percibe como algo ficticio y sin ningún tipo de conexión con los objetos que nos rodean, por lo que ha de vincularse a herramientas u objetos de la vida cotidiana.

Por ejemplo, la mayoría de aparatos que se utilizan como escáneres de nuestros cuerpos en la medicina, como el PET o el TAC, se basan en la detección de partículas (electrones, fotones o muones) por lo que, en absoluto, es una rama de la Ciencia ajena a nuestra vida cotidiana.

### 3.2 Una ojeada a las partículas

A comienzos del s. XX se comienzan a descubrir estructuras más allá del átomo: éste posee un núcleo de carga positiva rodeado de una nube de electrones.



**Figura 2:** Composición básica de la materia. (CAFPE, 2013)

Los núcleos, a su vez, están compuestos por protones y neutrones y, en la actualidad, se conoce que éstos están formados por quarks. Dejando a un lado el desarrollo histórico de los distintos descubrimientos, en la actualidad se tienen como los constituyentes más elementales de la materia, los "ladrillos" más pequeños que la conforman, a los quarks y los leptones (partículas elementales como los electrones). Se denominan elementales porque no están constituidas por partículas más pequeñas ni tienen estructuras internas.

Existen seis tipos de quarks y seis tipos de leptones, con sus respectivas antipartículas (partículas equivalentes y de carga opuesta). Los leptones más importantes para este trabajo serán los electrones y los muones.

Con este experimento, se van a observar las trazas que dejan partículas como electrones y muones provenientes de rayos cósmicos o de radiactividad ambiental y también partículas compuestas, como es el caso de las partículas alfa, formadas por dos protones y dos neutrones y que presentan un gran poder de ionización.

A continuación, se procede a explicar, de una forma general los métodos de detección en los que se basa la cámara y, después, la procedencia de estas partículas detectadas, de forma más extendida.

### **3.3 Métodos de detección: cámara de niebla**

Aunque en los apartados de funcionamiento y construcción se explique más extendido, se procede a mostrar, de forma general, cómo es posible que esta cámara detecte partículas. Existen muchos tipos de detectores y varios tipos de cámaras de niebla pero, dado el nivel en el que se va a realizar la actividad, considero que la cámara de niebla más adecuada es la que se basa en un gradiente de temperatura y un vapor sobresaturado.

Este experimento es, básicamente una caja herméticamente cerrada en cuyo interior hay una mezcla de vapor de alcohol y aire. El fondo de la cámara se mantiene a una temperatura muy baja, debido a la presencia de una placa metálica en contacto con hielo seco ( $\text{CO}_2$  sólido) que va a generar una capa con vapor por debajo de su temperatura de condensación en un estado

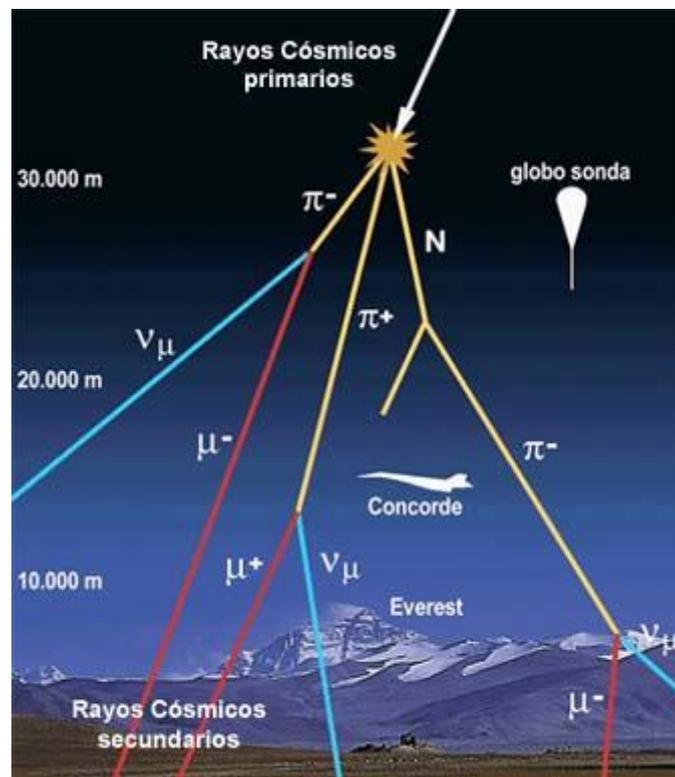
tan inestable que, con una pequeña perturbación se empiezan a formar gotas de alcohol líquido (Barrada-Solas, 2010).

El paso de partículas cargadas con energía suficiente (provenientes principalmente de rayos cósmicos y radiación natural) da lugar a iones que actúan como núcleos de condensación sobre los que se generan gotas de alcohol, formándose estelas de niebla similares a las de los aviones a lo largo de las trayectorias de las partículas (Barrada-Solas, 2010).

Para observarlas adecuadamente, se necesita una fuente de luz intensa tangencial a la niebla, de tal forma que se iluminen las gotas blancas frente al fondo negro de la cámara (Siddig, S. 2014).

### 3.4 Radiación ambiental y rayos cósmicos

Como ya se ha comentado anteriormente, las principales partículas que se van a observar indirectamente en la cámara proceden de radiación cósmica y ambiental. Los objetos que existen en el universo, desde estrellas a galaxias, emiten algún tipo de radiación, la cual viaja en el espacio. La luz que nosotros observamos es sólo una pequeña parte de esa radiación.



**Figura 3:** Cascadas de rayos cósmicos en la atmósfera terrestre. (CAFPE, 2013)

Los rayos cósmicos son partículas cargadas de energía emitidas por distintos cuerpos celestes como las estrellas y que atraviesan el espacio a una gran velocidad llegando hasta la Tierra.

El campo magnético del planeta desvía la mayoría pero, son tan energéticos que una proporción de ellos consigue atravesar la atmósfera. Estos rayos interactúan con los gases presentes en la atmósfera provocando una cascada de partículas cada vez menos energéticas debido a las colisiones que han sufrido llegando a la superficie terrestre con una energía mucho menor. Las principales partículas que llegan al nivel del mar debido a esta radiación cósmica son muones además de fotones y neutrones.

Por el sencillo hecho de vivir en la Tierra, el ser humano está expuesto a otro tipo de radiación proveniente del suelo, de los materiales de construcción o de los alimentos. La más importante es la del conjunto de elementos radiactivos presentes en los minerales que se encuentran en las paredes de las casas o en el suelo. Es importante el tipo de roca ya que, por ejemplo, el granito tiene más elementos radiactivos que la piedra caliza.

El factor ambiental más importante va a ser, en general, el radón, un gas inerte procedente de la serie radiactiva del uranio que emana del suelo a través de grietas, de los propios materiales de construcción y se puede acumular en sitios poco ventilados tales como sótanos emitiendo partículas alfa.

### 3.5 Conceptos físicos importantes

Además de los conceptos que se muestran en el resto de apartados del tercer punto, en esta sección se recogen nociones básicas de Física y Química relacionadas con esta actividad, con el fin de facilitar el entendimiento de la misma.

- **Cambio de fase:** Se denominan fases a los estados de la materia que pueden existir en equilibrio y en contacto térmicos simultáneamente. El cambio de fase consiste en la evolución de la materia entre distintos estados de agregación sin que ocurra un cambio en su composición. Los tres estados más comunes en la Tierra son el sólido, líquido y gaseoso.

En la naturaleza existen muchas situaciones en las que dos fases de una sustancia coexisten en equilibrio (el agua dentro de un olla a presión, por ejemplo, que coexiste en líquido y en vapor), tal y como ocurrirá en el detector que se va a construir.

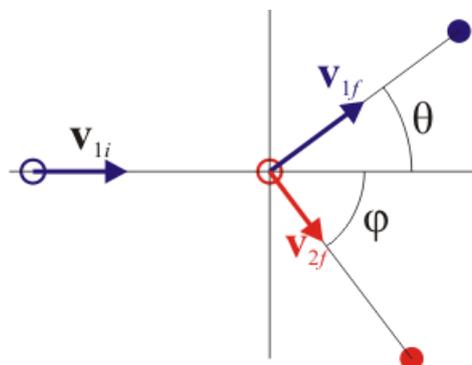
- **Evaporación:** Evolución de la materia entre el estado líquido al gaseoso (tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial). Es distinta a la ebullición ya que la evaporación se produce a cualquier temperatura (las dos son vaporización).

- **Condensación:** Evolución de la materia entre el estado gaseoso y el líquido. Es el proceso opuesto a la vaporización y depende de la presión y la temperatura aunque en este caso se producirá a presión ambiente.

- **Hielo seco:** Dióxido de carbono en estado sólido. Se parece al hielo normal por su aspecto y temperatura pero cuando se sublima (cambio de sólido y gas) no deja residuo de humedad. Su temperatura de sublimación a una atmósfera de presión es de  $-78.5^{\circ}\text{C}$ .

- **Sobresaturación:** Cuando la atmósfera está sobresaturada significa que no puede evaporarse más alcohol ya que ha alcanzado el límite de saturación y el alcohol se condensará rápidamente, en caso de una excitación, en forma de precipitado.

- **Momento lineal:** Magnitud física vectorial que describe el movimiento de un cuerpo en teoría mecánica. Se define como el producto de la masa del cuerpo y su velocidad en un instante determinado. En un sistema de partículas aislado en el cual las fuerzas externas son nulas, el momento lineal total se conserva.



**Figura 4:** Conservación del momento lineal en una colisión.

Observando la figura 4 (una imagen de una colisión en la cámara de niebla, por ejemplo), se observa una partícula azul que representa una procedente de los rayos cósmicos y la roja un átomo del vapor de alcohol. Con ellas, es posible a partir de sus velocidades, obtener la masa de esa partícula, conociendo así qué tipo de partícula es gracias a la conservación del momento lineal en los ejes X y los ejes Y.

- **Carga eléctrica:** Propiedad física de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas por la mediación de campos electromagnéticos. La carga total de un sistema aislado siempre se conserva: la suma de cargas positivas y negativas no varía con el tiempo.

- **Ionización:** Se define como el fenómeno físico en el cual se generan iones (átomos no neutros, con un exceso de carga), en este caso debido a una colisión.

## 4. Relación con los contenidos de Bachillerato

Es evidente que al ser una actividad de Física Moderna, algunos conceptos que se tratan en la misma no están explícitamente en el currículo del nivel para el que se realiza esta asignatura (1º Bachillerato) ya que la teoría de esa rama de la Física se introduce en el siguiente curso.

Sin embargo, con esta actividad de ampliación, además de conocer algunos conceptos nuevos (rayos cósmicos o radiación) relacionados con el medio ambiente que les motivarán para el siguiente curso, van a poder aprender partes de la Física y Química clásica que están estudiando día a día en el aula que sí que aparecen explícitos en el currículo de la asignatura (74/2008, de 31 de julio).

### 4. 1 Contenido curricular

*En el bloque 3, DINÁMICA, estudian las leyes de la dinámica de Newton. Cantidad de movimiento y principio de conservación (74/2008, de 31 de julio).*

En esta experiencia, se estudia la cantidad de movimiento o el **momento lineal** de las partículas ya que, cuando se produce una colisión con los átomos que hay en el interior de la cámara, las partículas se mueven conservando el momento en todo el espacio y, gracias a ello, es posible reconstruir trazas de partículas que no es posible detectarlas como, por ejemplo, fotones.

*En el bloque 4, LA ENERGÍA Y SU TRANSFERENCIA, estudian el principio de conservación y transformación de la energía. Temperatura y calor: determinación y propagación del calor, Primer principio de la termodinámica. Degradación de la energía (74/2008, de 31 de julio).*

No solo se comprobará la **conservación de la energía**, sino que estudiarán la importancia de la **temperatura** para conseguir la atmósfera que se necesita en el experimento, profundizarán en los **cambios de fase** de las sustancias y verán cómo, una vez claro el principio físico, es posible entender

la razón por la que se forman las nubes en la cámara y cómo las partículas interaccionan con ella igual que un avión deja su rastro en la atmósfera.

*En el bloque 5, ELECTRICIDAD, estudian la naturaleza eléctrica de la materia ordinaria y la interacción eléctrica (74/2008, de 31 de julio).*

Mediante esta actividad, comprenderán la importancia de la **carga eléctrica** del electrón y cómo puede manifestarse su carga colocando un imán de tal forma que se desvíe su trayectoria. Aunque no siempre verán electrones, hay otras partículas cargadas que observarán y entenderán como actúan de la misma forma según la carga.

*En el bloque 7, EL ÁTOMO Y SUS ENLACES, estudian la los elementos, las propiedades de los elementos, la estructura de los compuestos y los tipos de enlaces que existen (iónico, covalente...)(74/2008, de 31 de julio).*

Un aspecto muy importante que también van a entender en esta actividad es el significado real de la **ionización**, algo que ven en la parte de Química de la asignatura.

La cámara de niebla se basa en la ionización ya que los iones que se forman generan condensación a su alrededor por lo que observarán una "aplicación" útil de ionizar átomos. Por otra parte, verán partículas que son muy ionizantes de modo que, debido al funcionamiento de la cámara, se verán unas trazas mucho más gruesas ya que estas partículas habrán conseguido "arrancar" electrones a muchos más núcleos.

## 4. 2 Contenidos de ampliación

Aunque existen contenidos en esta actividad que no están directamente relacionados con los contenidos del curso y la asignatura, sí que lo están con los contenidos de Bachillerato (74/2008, de 31 de julio).

En cuanto a la parte de Física moderna más estricta, van a empezar a entender el concepto de **radioactividad** (introducido en 3º ESO), que verán en el próximo curso de forma más extendida y que considero básico que empiecen a familiarizarse con él ya que es muy útil y necesario para poder tomar decisiones coherentes sobre algunos aspectos de la Sociedad como, por

ejemplo, las centrales nucleares. Existen falsas ideas previas que van a poder eliminar gracias a esta experiencia como que la radiación la "fabricamos" los seres humanos o que no está en la naturaleza.

Otro aspecto importante que van a desarrollar en esta actividad es vincular lo que se llama "partículas" de una forma tan enigmática a aquellas que están más acostumbrados a utilizar y trabajar con ellas, como es el caso de los electrones. De esta forma, van a ver los elementos fundamentales de la materia y que podrán relacionar con experimentos tan conocidos como el acelerador de partículas de Ginebra, el LHC.

Por último, quiero destacar un contenido de ampliación que les va a resultar muy interesante a los alumnos: los **rayos cósmicos y la radiación ambiental**. Los rayos cósmicos y la radiación ambiental forman parte de la radiación natural que recibimos por el sencillo hecho de habitar el planeta Tierra. Creo que el hecho de que entiendan la presencia de esta radiación cósmica (causante de las auroras boreales, por ejemplo) en la Tierra y la importancia de la atmósfera como principal escudo para protegernos de ella, sensibilizará a los alumnos sobre el cuidado del medio ambiente.

## 5. Objetivos

*"La materia de Física y química debe impregnar a los alumnos y alumnas en la cultura científica [...] para lograr una mayor familiarización con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica y la adquisición de las competencias que dicha actividad conlleva" (74/2008, de 31 de julio).*

Tal y como menciona la ley educativa actual (LOE) , la asignatura en la que está enmarcada esta actividad tiene que intentar despertar el interés y familiarizar al alumno con las actividades y los experimentos científicos y que interioricen que ellos, por sí mismos, son capaces de realizarlos. Por ello, los principales objetivos marcados en la realización de esta actividad son los que se muestran a continuación, cuyo cumplimiento se irá comprobando a lo largo de todo el trabajo y en la reflexión final.

**1.** Repaso y profundización en conceptos impartidos en este nivel como la ionización o la conservación del momento lineal.

**2.** Aprendizaje de nuevos conceptos de Física o Química relacionados con la estructura más elemental de la materia y el medio ambiente.

**3.** Despertar el interés por las Ciencias, enseñándoles que no se compone únicamente de la materia que ellos estudian en clase sino que hay más temas que pueden interesarles más y que les ayudará a entender el mundo que les rodea.

**4.** Incluir en el proceso de aprendizaje las tecnologías de la información y la comunicación para realizar simulaciones y buscar información de diversas fuentes, sabiendo realizar distinciones entre las búsquedas más o menos válidas.

**5.** Formar al alumno de modo que sepa apreciar la dimensión cultural de la Ciencia para una formación como ciudadano así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente (74/2008, de 31 de julio).

**6.** Fomentar el trabajo en equipo y el aprendizaje cooperativo con las actividad y los diferentes ejercicios de la que está compuesta.

**7.** Relacionar los conceptos teóricos aprendidos con fenómenos naturales que existen y pueden llegar a entender fácilmente.



## 6. Puesta en marcha de la actividad

### 6.1 Marco teórico

Las actitudes con respecto a la competencia intelectual con que se encuentran los adolescentes en sus relaciones con sus padres y compañeros repercuten sobre su **motivación por adquirir conocimientos**. Y lo mismo ocurre con las actitudes de los profesores y otros adultos de la comunidad (Berger y Stassen, 2007). Con esta actividad se pretenden potenciar varias habilidades en cada alumno de tal modo que se les motive en determinados aspectos (potenciando sus puntos fuertes y ayudándolos en los puntos más débiles).

En primer lugar, y desde mi punto de vista, el aspecto más importante que con esta actividad se va a poner en práctica es el **trabajo cooperativo**. Esta asignatura, en muchas ocasiones, tiende a dividir a la clase entre los que tienen dificultades para seguirla y los que la entienden y dominan. Estructurándolos en grupos cooperativos van a valorar las diferencias individuales (aquellas que nos hacen singulares) y a considerar que todo el mundo es un **miembro valioso** del equipo por lo que es digno de ser ayudado si lo necesita (Pujolás, 2005), algo que subyace en la filosofía de esta forma de organización en grupos.

Esto se debe a que en esta estructura de grupos los alumnos no sólo aprenden porque el profesor les enseña, sino que también aprenden gracias a la **interacción que se establece entre ellos** (Pujolás, 2005). De esta forma, el aprendizaje cooperativo fomenta la interdependencia y la conexión entre los estudiantes y mejora el rendimiento académico de los mismos (Pertegal, Oliva y Hernando, 2010).

Sin embargo, aprender los contenidos escolares anteriormente mencionados no constituye el único objetivo si no que, aprender a trabajar juntos es tratado como un contenido curricular más, que los introduzca en el mundo científico y en la importancia de la **colaboración entre iguales**. Tal y como se nombra a un programa para primaria y secundaria de la universidad

de Vic: **cooperar para aprender y aprender a cooperar** (Centro de Innovación y Formación educativa, 2011).

Este aprendizaje contribuye a desarrollar su capacidad para dialogar, para vivir en comunidad y para ser solidarios, tres conceptos que es vital que, sobre todo hoy en día, se enseñen a los alumnos.

Otro aspecto que pretendo potenciar entre los alumnos con esta actividad es la **tutorización entre iguales**. Esta práctica implica un aprendizaje cognitivo entre un experto y un novato. Los compañeros de clase pueden ser tutores eficaces, aunque las tutorías entre individuos de edades distintas suelen dar mejores resultados. Esta actividad mejora el rendimiento de los estudiantes y puede beneficiar tanto al tutor como al tutelado, especialmente cuando el tutor no va muy bien en los estudios ya que enseñar algo es una de las mejores formas de aprender y de sentirse realizado (Berger y Stassen, 2007).

De este modo, esta actividad no solo va a ayudar a los alumnos más aventajados sino que va a afianzar y, de cierto modo animar, a aquellos que tengan más dificultades cuando se ponga en práctica la tutorización entre iguales con alumnos de menor edad, como se explicará posteriormente.

La teoría de Vygotsky respecto a la adquisición de conocimientos es constructivista: enfatiza el hecho de que las personas construyen activamente su conocimiento y su comprensión del mundo. A diferencia de Piaget, que considera el aprendizaje como un constructivismo más individual, en esta experiencia se va a poner en práctica el **constructivismo social** de Vygotsky, que enfatiza la colaboración con los demás para generar conocimiento y comprensión (Berger y Stassen, 2007).

## 6.2 Metodología

Una vez que se han planteado los principales aspectos de la teoría educativa que se pretende aplicar en este proyecto, se procederá a explicar la actividad en sí: cuánto va a durar, cómo se van a preparar los alumnos o cómo se estructurarán las sesiones.

## 6.2.1 Temporalización

Esta actividad se va a dividir en tres sesiones y en una sesión conjunta con los compañeros de menor edad. Las sesiones se consideran de 50 minutos. A continuación, se presenta una tabla con la temporalización de cada sesión aproximada, siempre sujeta a posibles cambios si el docente lo considera necesario, por las necesidades de los alumnos o cualquier problema que dificulte el desarrollo de la misma.

Sesión	Actividad	Duración
1	Presentación teórica	20 min
	Vídeo	10 min
	Presentación experimento	10 min
	Documentación y grupos	10 min
2	Construcción de las cámaras de niebla	20 min
	Estabilización atmósfera & dudas	20 min
	Observación y entrega documento	10 min
3	Presentación trabajos	50 min
4	Presentación compañeros 3º y 4º de la ESO	50 min

**Tabla 1:** Temporalización de la actividad.

## 6.2.2 Desarrollo de las sesiones

A continuación, se va a explicar el desarrollo de cada sesión en el aula. Los documentos y presentaciones que se mostrarán y entregarán a los alumnos se encuentran en los anexos del final de este documento.

En este apartado, además de la explicación estándar sobre el desarrollo de cada clase, se realizarán algunas reflexiones desde el punto de vista pedagógico que son más sencillas de explicar sobre la propia actividad que desde el apartado de marco teórico, como puede ser la organización en grupos cooperativos.



*Una vez que se han colocado a los alumnos en tres bloques, se reparten en cada equipo tal y como muestra la figura, de modo que se consiguen grupos lo más nivelados posible. De este modo, por lo menos un alumno del grupo tendrá la capacidad de explicar al resto aquello que no tengan demasiado claro (Centro de Innovación y Formación educativa, 2011).*

*Ha de destacarse que esta disposición en grupos cooperativos es heterogénea y contraria a los trabajos en grupo, que pueden resultar parecidos, ya que en ésta, los grupos suelen ser homogéneos.*

**Hoja de laboratorio:** *Durante la realización del experimento, en la próxima sesión, cada grupo tendrá que resolver una serie de preguntas que se le plantearán con respecto a la actividad que están llevando a cabo (anexo I). De esta forma, tendrán que reflexionar sobre determinados temas y ponerse de acuerdo ya que solo se entregará una hoja por grupo, favoreciendo la colaboración, el respeto hacia las opiniones de los demás, y la organización adecuada del tiempo en el laboratorio.*

## **SEGUNDA SESIÓN**

En la segunda sesión se van a construir las cámaras de niebla en el laboratorio de Física del centro durante los primeros 20 minutos y se realizará la hoja de trabajo del laboratorio entre los integrantes de cada grupo.

Una vez que se montan las cámaras de niebla y el profesor da el visto bueno, se procede a colocar el hielo seco en la base de la cámara, con el fin de crear la atmósfera inestable que se desea. Este proceso lleva un tiempo, el cual se aprovechará para realizar dudas sobre la hoja de trabajo del laboratorio. Después, se realizará la observación de las partículas gracias a las cámaras de niebla y se entregarán las hojas de laboratorio grupales debidamente rellenas.

Por último, se reparten los trabajos que cada grupo tendrá que presentar a sus compañeros en una sesión dentro de dos semanas, que se mostrarán en el siguiente apartado.

En esta segunda sesión existen aspectos pedagógicos muy importante a tener en cuenta:

**Posibilidad de fracaso:** Es muy importante que los alumnos sean conscientes de que puede haber algún error que impida la correcta visualización de las partículas como una falta de alcohol o una mala estanqueidad de la cámara. En el mundo científico no siempre se alcanzan los objetivos planteados y eso no hace menos valioso el proceso de construcción de un experimento: ha de estudiarse cuál ha podido ser el error y cómo se podría remediar siendo una reflexión casi tan valiosa como la de aquel grupo que haya tenido resultados satisfactorios: "la ciencia se construye sobre las ruinas de los errores" (de la Torre, 2004).

**Elección de trabajo:** Es muy importante fomentar las habilidades de cada uno, por lo que se tendrán en cuenta las preferencias de cada grupo por cada tema. No obstante, la última palabra siempre la tendrá el profesor que realizará la asignación según los intereses y capacidades de los alumnos para entender la materia y explicársela a los compañeros en la próxima sesión.

### TERCERA SESIÓN

En la última sesión, unas semanas después de la segunda, se realizará la exposición de los trabajos realizados a los compañeros. En esta sesión, todos los grupos explicarán los principales conceptos sobre su tema y estarán preparados para algunas preguntas que se les pueda realizar. Es muy importante que cada trabajo sea distinto, de modo que no sea una sesión repetitiva y que en cada presentación aprendan cosas nuevas e interesantes.

Los trabajos que se van a presentar son los siguientes, justificando su elección posteriormente ya que no están elegidos al azar.

- *¿Sirve el momento lineal para algo?: Simulando con el PC.*
- *¿Qué es la radioactividad? ¿La creamos los humanos?*
- *Rayos cósmicos*
- *Radiación ambiental: el radón*
- *Radiación que salva nuestras vidas.*

Con el fin de captar su atención, cada grupo tendrá una hoja con 3 preguntas de cada presentación realizadas por los compañeros responsables de cada una, que habrán realizado teniendo en cuenta lo que van a explicar o

lo que no, con el fin de comprobar que se ha mantenido la atención durante la explicación y se ha aprendido lo básico sobre cada temática. Un ejemplo podría ser el siguiente:

*Los alumnos encargados del trabajo de **rayos cósmicos** nos preguntan una vez que hemos visto su presentación: ¿Varía la cantidad de rayos cósmicos que recibimos en Santander o en los Picos de Europa? ¿Por qué?*

#### **CUARTA SESIÓN: EXPOSICIÓN A COMPAÑEROS**

Esta exposición se desarrollará en una sesión en la que los alumnos de 3º y 4º de la ESO se reúnan para observar los experimentos que sus compañeros han realizado en pequeños grupos en dos turnos de 25 minutos cada uno. En estas presentaciones se va a producir la tutorización entre iguales anteriormente mencionada en el que los alumnos de mayor edad explicarán a los alumnos de menor edad qué son las trazas que ven dentro de esa cajita transparente. Lo harán a su manera, con un vocabulario muy distinto al empleado por el profesor pero vamos a conseguir reforzar su autoestima y, sus compañeros de menor edad, tendrán acceso a un experimento muy llamativo que les cautivará.

### **6.2.3 Justificación de los trabajos**

La elección de los trabajos que presentarán en la tercera sesión no es aleatoria en absoluto. He querido generar cinco líneas de investigación que relacionen los conceptos que han aprendido de Física con distintos bloques temáticos, no relacionados necesariamente con la asignatura, fomentando la interdisciplinariedad de la Ciencia. El profesor les guiará en la realización del trabajo, explicándoles las principales pautas y puntos que han de trabajar.

#### **1. ¿Sirve el momento lineal para algo?: Simulando con el PC.**

Para los amantes de la informática, los alumnos encargados de presentar este trabajo aprenderán a utilizar un software muy sencillo sobre la cámara de niebla, *OnScreen Particle Physics* (OnScreen Science, Inc), en el que podrán modificar los distintos parámetros y observar la trayectoria de las partículas. Después, realizarán ejercicios en los que comprueben cómo,

aplicando la conservación del momento lineal de una trayectoria, es posible saber qué tipo de partícula es, ya que podemos conocer su masa.

## ***2. ¿Qué es la radioactividad? ¿La creamos los humanos?***

Con la realización de este trabajo, los alumnos van a comprender el concepto de radioactividad y van a explicar algo a sus compañeros que considero básico: la naturaleza posee muchísimos elementos con radioactividad, la naturaleza es radiactiva y no por ello peligrosa. Con este trabajo se intentará desestigmatizar el concepto de radioactividad ya que se tiende a distorsionarlo, relacionándolo siempre con un origen artificial.

## ***3. Rayos cósmicos***

Aunque ya se ha introducido en la primera sesión este concepto, con este trabajo van a estudiar estos rayos más profundamente y van a mostrar a sus compañeros los tipos de partículas que han observado en la cámara de niebla que pertenecen a esta radiación y de donde vienen estas partículas tan energéticas, si llegan los mismos rayos a toda la superficie terrestre, de qué factores dependen...

## ***4. Radiación ambiental: el radón***

El radón es un gas noble del que estamos rodeados ya que los materiales de construcción de nuestras casas o los manantiales de los que bebemos tienen un alto contenido del mismo. Según la organización mundial de la salud (OMS), la exposición al radón se considera la segunda causa de cáncer de pulmón detrás del tabaco en muchos países (Who Media Centre, 2011). Por ello, con este trabajo van a entender por qué y cómo es posible que un gas inerte (que no reacciona químicamente pues tiene una configuración estable) afecte a nuestro estado de salud e informarse de las pautas más sencillas para reducir nuestra exposición al radón (ventilación diaria de las habitaciones, por ejemplo).

## ***5. Radiación que salva nuestras vidas.***

El ser humano ha logrado controlar determinado tipo de radiación y usarla para su beneficio salvando millones de vidas al año ya sea estudiando enfermedades (radiodiagnóstico) o tratándolas (radioterapia). En este trabajo,

los alumnos más interesados en la rama sanitaria mostrarán a sus compañeros cómo se utiliza la radiación en el ámbito hospitalario: rayos X, aceleradores lineales, isótopos radiactivos...

## 7. Montaje del experimento

En este apartado se recogen los materiales, el procedimiento utilizado y el presupuesto aproximado para la construcción de la cámara de niebla. Para ello, se ha acompañado la explicación con fotos realizadas durante el montaje de la misma.

### 7.1 Materiales

Para el montaje de esta cámara de niebla se ha contado con materiales fáciles de conseguir en cualquier centro comercial:

1. *Caja de plástico o vidrio transparente de unos 15 cm de altura y unas medidas aproximadas de 20x30 cm.*



**Figura 6:** Artículo 1 del dispositivo experimental.

2. *Chapa lisa de aluminio para cubrir la base de la caja de 0.5 mm de espesor. En este caso, se ha utilizado una de 50x50 cm.*



**Figura 7:** Artículo 2 del dispositivo experimental.

3. Sistema de iluminación: lámpara proyector



**Figura 8:** Artículo 3 del dispositivo experimental.

4. Un depósito para almacenar el hielo seco. Bastará con una caja de porexpán ya que es un buen aislante.

5. Imán de neodimio

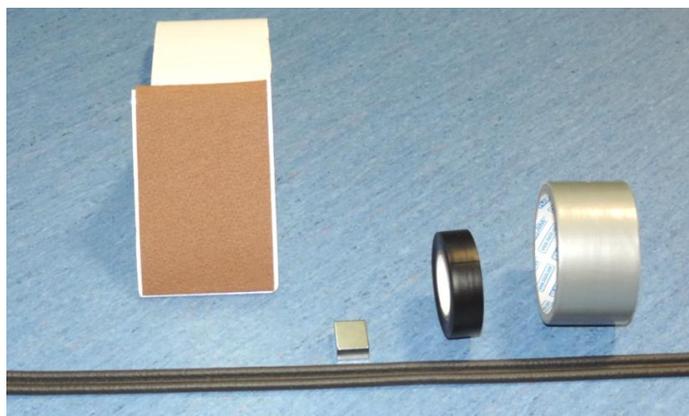


**Figura 9:** Artículos 4 y 5 del dispositivo experimental.

6. Cinta aislante para sellar la cámara (cinta americana).

7. Cinta negra mate para el fondo de la cámara.

8. Filtro adhesivo para el alcohol isopropílico y burlete de goma.



**Figura 10:** Artículos 6,7 y 8 del dispositivo experimental.

9. Alcohol isopropílico.

10. Hielo seco

## 7.2 Procedimiento

1º Colocar pieza de fieltro a lo largo de la cámara para empaparla posteriormente en alcohol isopropílico.



**Figura 11:** Primer paso de la construcción.

2º Colocar la cinta negra mate sobre la placa de aluminio para generar un fondo oscuro que mejore la visibilidad de las trazas que van a generar las partículas que atraviesen la cámara.

3º Colocar un burlete de goma alrededor del perímetro de la cámara con el fin de asegurar la estanqueidad de la misma.



**Figura 12:** Segundo y tercer paso de la construcción.

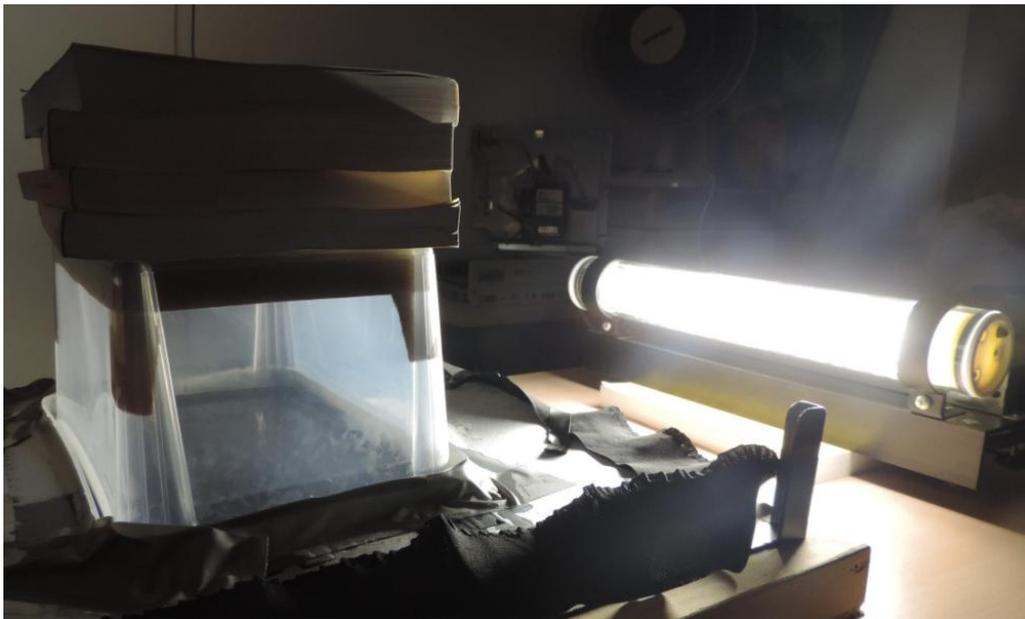
4º Echar el alcohol en el fieltro y sellar la cámara con cinta americana.

5º Colocar un imán y el hielo seco en el depósito.



**Figura 13:** Cuarto paso de la construcción.

*Y ahora, a esperar a que se estabilice...*



**Figura 14:** Cámara de niebla una vez construida.

## 7.3 Presupuesto

El presupuesto de esta cámara es bastante reducido teniendo en cuenta lo que se va a conseguir observar con el experimento. Además, la mayoría de elementos son reutilizables para otros experimento (imán de neodimio, placa de aluminio...) o son materiales que ya están en el laboratorio.

Sin embargo, se ha sido riguroso y se ha supuesto que no hay prácticamente ningún tipo de material y se van a adquirir todos. A continuación, se muestra en la tabla un desglose del precio aproximado de cada elemento:

<b>MATERIAL</b>	<b>PRECIO/ €</b>
<b>Caja plástico 30x20x15</b>	2
<b>Chapa aluminio 0.5 mm espesor</b>	4
<b>Deposito poréxpan</b>	-
<b>Cinta americana</b>	2
<b>Cinta negra mate</b>	2
<b>Filtro adhesivo</b>	2
<b>Imán de neodimio</b>	3
<b>Lámpara</b>	-
<b>Alcohol isopropílico</b>	2
<b>Hielo seco</b>	10
<b>TOTAL</b>	<b>27€</b>

*Tabla 2: Presupuesto aproximado de la cámara de niebla.*

## 8. Adaptación de la actividad

Durante el periodo de prácticas del Máster de Formación del Profesorado no fue posible realizar esta actividad con los alumnos de 1º de Bachillerato, ya que hubo viajes y excursiones con motivo del final de curso además de las evaluaciones en el centro educativo en el que se realizaron las prácticas que hicieron imposible la realización de la misma. Por lo tanto, fue necesario adaptar la actividad para ponerla en práctica de forma mucho más compactada en otro centro educativo.

La sesión adaptada se realizó en el I.E.S. Valle del Saja de Cabezón de la Sal, con la colaboración de Alberto Aguayo y Covadonga Gutiérrez, los dos profesores del departamento de Física y Química. La razón por la que se ha escogido este centro y no otro más cercano a la capital cántabra es porque, durante el máster, hemos conocido la importante labor que se desarrolla en este instituto en torno a la experimentación en la asignatura de Física y Química. Alberto, el mismo profesor, mostró en una charla todas las actividades realizadas y quedé verdaderamente impresionada. Por ello, consideré que estos alumnos iban a poder valorar y juzgar esta actividad de una forma crítica muy útil para mi posterior análisis de la actividad.

### 8.1 Sesión adaptada

La sesión tuvo lugar el 4 de Junio en el I.E.S. Valle del Saja a última hora de la mañana. Dado que había que reducirla a una sola sesión, la actividad completa quedó algo desvirtuada ya que no pudo realizarse en las cuatro sesiones y, uno de mis principales objetivos con ella, que es que ellos mismos sean los constructores del experimento, no pudo llevarse a cabo.

La sesión se realizó con los alumnos de 1º de Bachillerato de Física y Química. Primero, se mostró una presentación sobre la radiación y el experimento mientras la cámara de niebla se estabilizaba (se había preparado al principio de la sesión).

En todo momento, los alumnos estuvieron pendientes e hicieron preguntas ya que era un experimento bastante distinto a los que están acostumbrados. Cuando me di cuenta que la cámara no funcionaba

correctamente y no se iban a poder observar las partículas (posteriormente se analizarán los fallos cometidos), decidí mostrarles el vídeo de *Órbita Laika* (visionado previsto en la actividad completa, no en esta sesión comprimida) y un vídeo en el que se observaban las partículas en una cámara de niebla similar a la que se había construido.

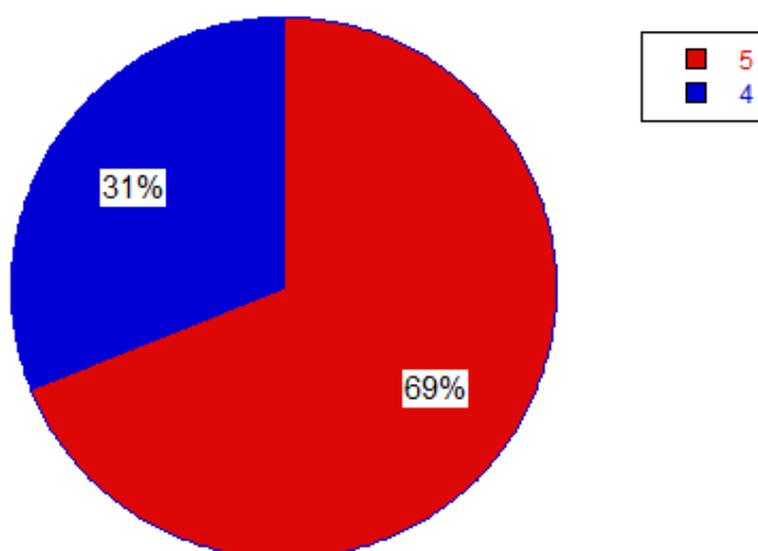
Los alumnos estaban muy interesados, preguntando que dónde se puede ver una cámara de niebla, qué es exactamente el hielo seco, cuándo van a estudiar esas partículas, etc. Algunos comentaron que habían visto algo aunque, en mi opinión, creo que era su subconsciente el que hizo que las viesen pues la cámara no se había sellado adecuadamente y era poco probable que lo lograsen ver. Al final de la clase, en los últimos cinco minutos, cumplimentaron la encuesta que les había entregado previamente (anexo III).

## 8.2 Evaluación de los alumnos

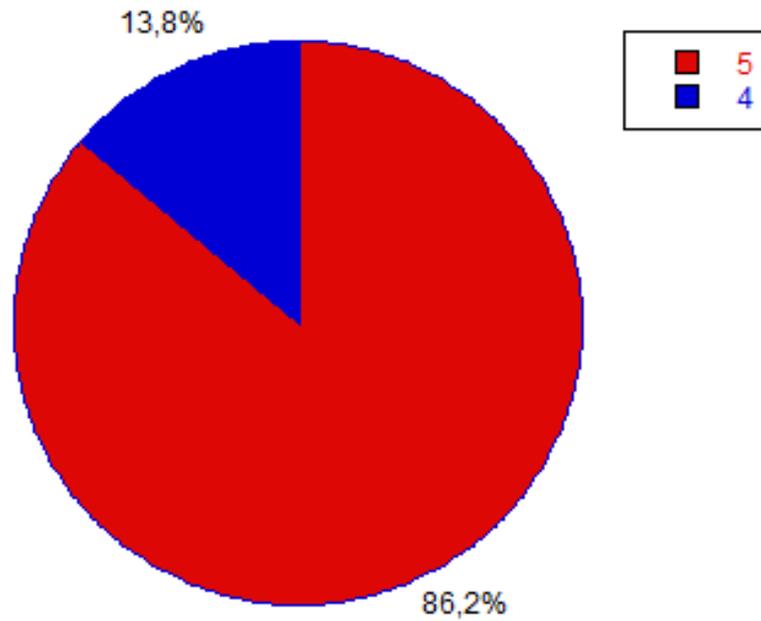
En este apartado se van a mostrar las opiniones de los alumnos recogidas en las encuestas que les planteé con el fin de analizar la actividad. En este apartado sólo se han indicado las respuestas que los 29 alumnos han dado, analizándose sus respuestas en el siguiente apartado. Para contestar a estas preguntas se les proporcionó la siguiente tabla de calificación:

- 1 completamente en desacuerdo
- 2 relativamente en desacuerdo
- 3 relativamente de acuerdo
- 4 en gran parte de acuerdo
- 5 completamente de acuerdo

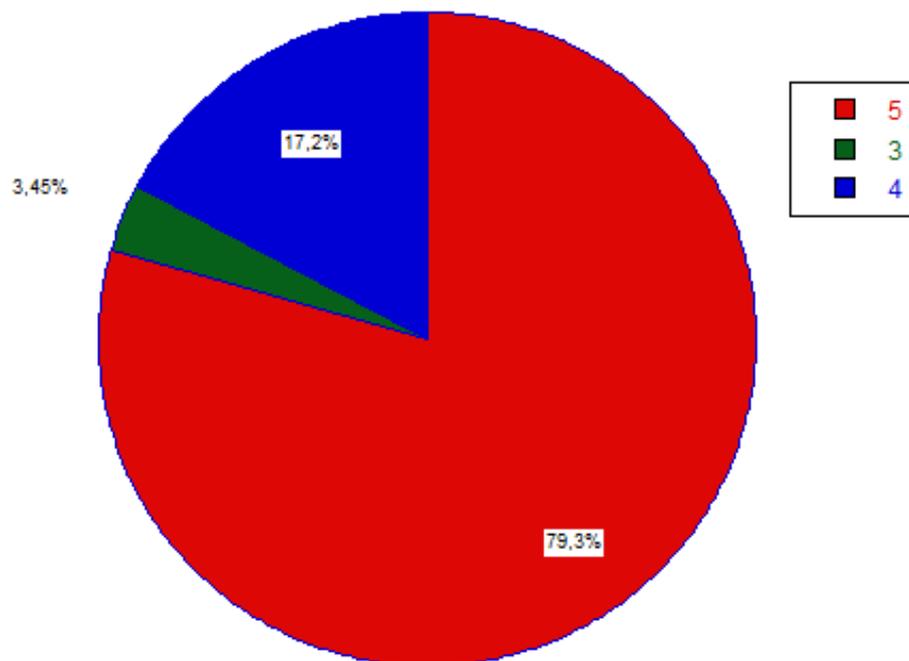
### a) *¿Te ha parecido un contenido interesante el de esta actividad?*



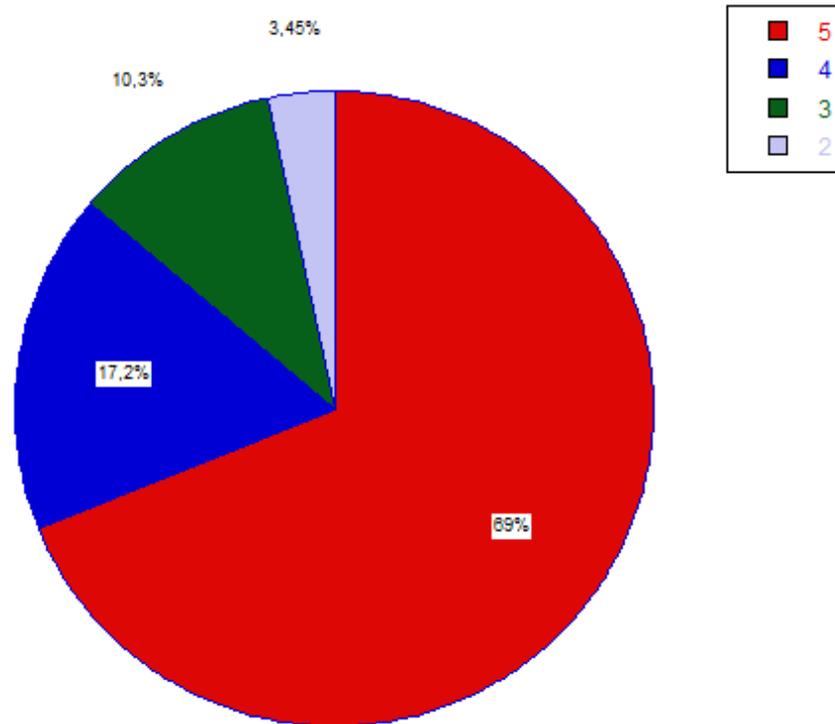
***b) ¿Crees que debería haber más actividades de este tipo, en el que se relacione la Física y Química con el entorno, durante el curso?***



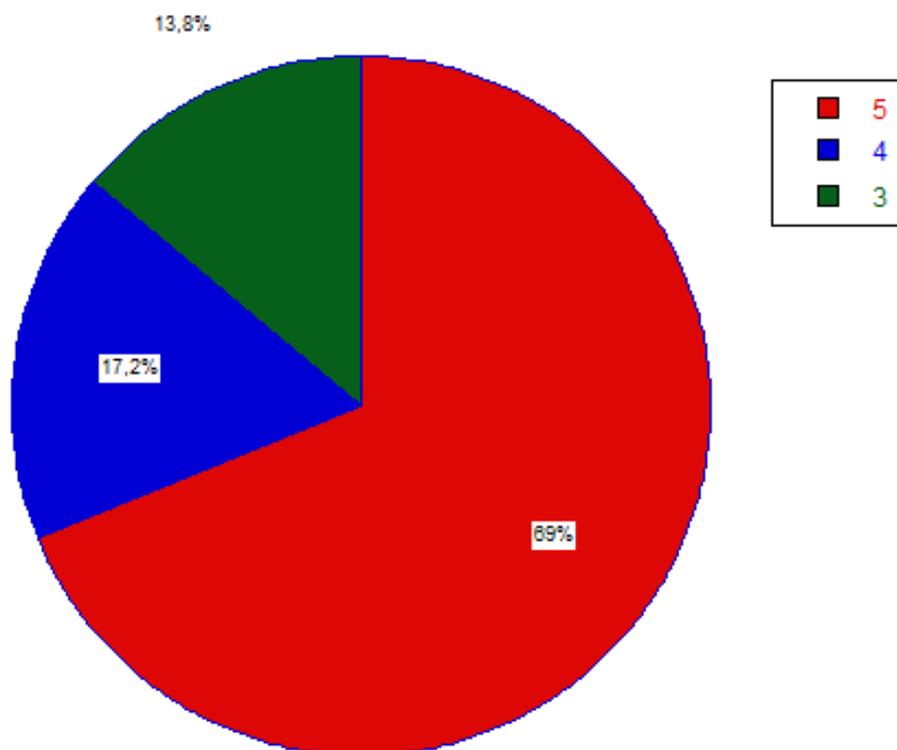
***c) ¿Te gustaría poder construir el detector en pequeños grupos y observar las distintas cámaras de niebla siendo vosotros vuestros propios jefes?***



*d) ¿Te gustaría mostrársela a tus compañeros de niveles inferiores y explicársela una vez que la hubieses construido?*



*e) ¿Te ha parecido que la profesora ha explicado con claridad?*



Para que los alumnos tuviesen más libertad a la hora de opinar sobre esta actividad, se realizaron también tres preguntas con respuesta libre para

que pudiesen expresarse adecuadamente. Las respuestas fueron las siguientes (no todos contestaron a esta parte de la encuesta, por eso las respuestas son menos de 29 en todos los casos):

***¿Qué es lo que más te ha gustado?***

- El vídeo mostrado del programa Órbita Laika ( 12 alumnos)
- La práctica del experimento y la experiencia en sí (6 alumnos)
- Las explicaciones, que se entienden muy bien (5 alumnos)
- Aprendizaje de cosas nuevas (4 alumnos)
- Todo me ha parecido interesante (2 alumnos)
- El uso del alcohol saturado para ver las partículas(1 alumno)

***¿Y lo que menos?***

- Que no se pudo ver bien, que no funcionó ( 16 alumnos)
- Nada (6 alumnos)
- La presentación (1 alumno)
- No ha sido interesante (1 alumno)
- Mucha gente en la clase y mucho calor (1 alumno)

***Consejos para posibles mejoras***

- Que funcione la próxima vez (4 alumnos)
- Todo perfecto (2 alumnos)
- Mejor procedimiento para la realización del experimento (1 alumno)

## **8.3 Análisis de la encuesta y la sesión**

Una vez reflejadas en el anterior apartado las opiniones manifestadas por los alumnos en la encuesta, se va a realizar una reflexión crítica de la actividad y se plantearán las posibles mejoras que han de realizarse para mejorar la calidad de la misma.

*Respecto a la opinión de los alumnos sobre la actividad en sí, el resultado ha sido muy satisfactorio, dándola el 69% de ellos la puntuación más elevada posible.*

En esta sesión, por lo que luego comentan en las opiniones más “libres”, han aprendido cosas nuevas que les parecen entretenidas y novedosas y han salido de los contenidos más cotidianos de la Física.

No ha de olvidarse que la sesión que ellos han tenido es una adaptación de la actividad real con la que creo que, respaldada por las respuestas de la encuesta, estarían más satisfechos aún.

*El 86% de los alumnos opinan que debería haber más actividades de este tipo y la idea de realizar ellos mismos el experimento les atrae bastante.*

La necesidad de normalizar la realización de experimentos en el aula para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje es algo evidente y los propios alumnos así lo manifiestan. Considero que es una excelente forma de motivarles y de generar interés por una materia que están acostumbrados a concebirla como dura y engorrosa.

Respecto a la idea de construir la cámara ellos mismos, siendo sus propios jefes (siempre con la ayuda del profesor), la idea parece gustarles a la vista de las respuestas obtenidas; creo que es una buena idea para que adquieran iniciativa y trabajen de forma cooperativa.

Me ha sorprendido positivamente que algunos han comentado que les parece buena idea construir el experimento siempre y cuando se les explique antes conceptos sobre el tema o "*lean sobre ello*". Esto indica que los alumnos quieren hacer experimentos en los que entiendan el fundamento teórico y no limitarse a construir y diseñar aparatos que, para ellos, carezcan de sentido.

*En cuanto a la pregunta en la que les planteo si les gustaría enseñar esta actividad a sus compañeros de cursos inferiores la mayoría (un 86% aproximadamente) ha contestado que sí, habiendo una minoría que no quieren, seguramente por miedo o vergüenza.*

La tutorización entre iguales es una tarea básica para conseguir aumentar la confianza de los alumnos, sobre todo para los que van más rezagados en la asignatura. También creo que es una buena oportunidad para que los alumnos tímidos y más reservados utilicen la oratoria como una herramienta más y se acostumbren a hablar en público, algo que en el futuro será básico que manejen.

Sinceramente, me esperaba un resultado peor en esta pregunta de la encuesta; me he dado cuenta con esta encuesta que tengo una percepción equivocada sobre los alumnos de Bachillerato. Pensaba que, para desarrollar

esta parte de la actividad, habría que convencerlos para hacer de profesores de sus compañeros más pequeños.

Ellos mismos son conscientes de la importancia de explicar algo a los compañeros, un hecho que repercute en el aprendizaje que ellos realizan.

*En cuanto a la parte que más me concierne respecto a mi práctica docente en la que pregunto si he explicado con claridad la actividad, la mayoría me han dado la puntuación máxima, un 17.2% están en gran parte de acuerdo y un 13.8% relativamente de acuerdo.*

El alumnado parece estar bastante satisfecho con la pequeña clase que impartí. Normalmente en las exposiciones cometo un fallo bastante grave: no controlar la velocidad del habla; sin embargo, en esta sesión tuve cuidado y procuré hacer bastantes pausas.

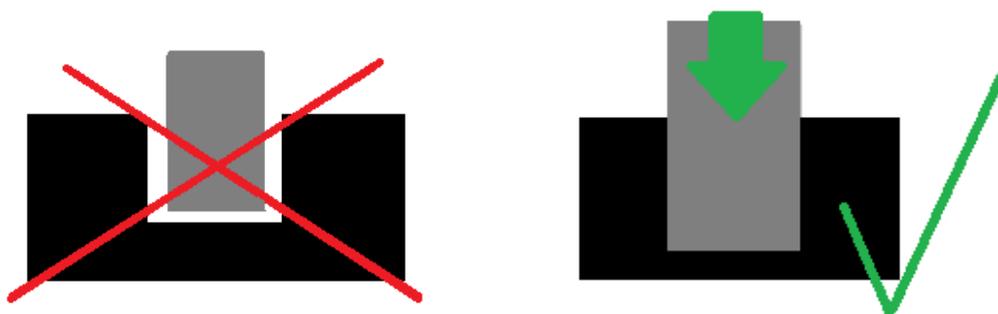
Además, en las prácticas en el centro educativo he aprendido algo que no solía tener muy en cuenta al realizar charlas o explicaciones en público: interaccionar con él. El hecho de preguntar a los alumnos a lo largo de la exposición sobre determinados aspectos o hablar con ellos pidiendo su opinión genera un ambiente más cálido y cercano y provoca un mayor nivel de atención.

## 8.4 Posibles mejoras

Cualquier actividad puede ser mejorada ya que cada individuo que la realice, aportará una opinión nueva que mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque esta actividad no se ha llevado a cabo de forma completa, de la sesión adaptada se pueden obtener muchas conclusiones respecto a los fallos cometidos. He de decir que las opiniones de los alumnos para este apartado han sido muy importantes ya que encaminarán la experiencia adecuadamente con sus consejos.

El primer punto en el que se ha de mejorar es, sin ningún tipo de duda, en asegurarse que el experimento funcione, **modificar el dispositivo** para que el porcentaje de éxito sea más elevado ya que en la sesión adaptada no fue posible observar las partículas.

Después de las pruebas y la sesión adaptada volví a retomar el análisis del experimento dándome cuenta de que, los burletes, que se supone que favorecen el hermeticismo de la cámara, en la colocación actual son contraproducentes, ya que generan un espacio en las curvas de la caja más difícil de aislar. Por ello, se modificará el tipo de burlete utilizado, colocando uno más ancho en el cual se encaje el borde de la caja por presión tal y como se muestra en la figura mostrada a continuación en vez de un burlete doble que deje espacio y empeore el aislamiento:



**Figura 15:** Cambio en la colocación del burlete para mejorar el aislamiento.

Otro punto del montaje dispositivo en el que hay que tener cuidado es el tipo de caja empleada. El plástico, aunque sea transparente, puede ser una elección errónea ya que, al estar algo esmerilado, se va a producir una mayor condensación en las paredes dificultando la observación de las partículas.

Otro aspecto que se ha de tener en cuenta para la mejora de esta actividad es **valorar la iluminación del laboratorio**: me he dado cuenta que no necesariamente el laboratorio ha de tener persianas en todas las ventanas por lo que es posible que la construcción se realice en el laboratorio pero la visualización sea en una sala con la iluminación adecuada. No obstante, como el tiempo para la observación es extenso (véase *temporalización*) será posible realizar este cambio de aula sin problema.

En cuanto al procedimiento experimental utilizado como docente en la sesión adaptada, creo que he cometido un error bastante importante a la hora de realizar experimentos en el aula: para futuras prácticas, he **de sistematizar y probar el experimento mucho más** con el fin de evitar este tipo de imprevistos propios de un mal montaje.

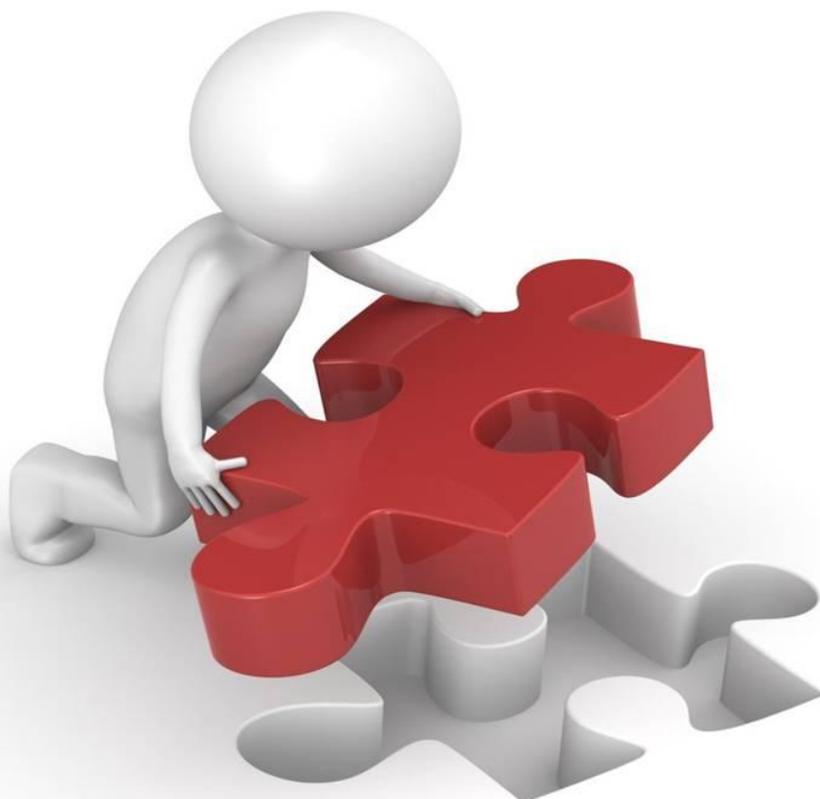
Aunque en los artículos en los que se ha basado este experimento sobre la construcción de una cámara de niebla casera indican que la altura empleada

en la misma es la que se ha reproducido en este caso (Barrada-Solas, 2010), habría que **plantearse si es la altura adecuada**, ya que se ha estudiado a posteriori que el hecho de que el depósito de alcohol esté tan elevado respecto a la plancha de aluminio en contacto con el hielo seco parece dificultar mucho más la estabilización de la atmósfera en el interior. Por ello, creo que también habría que estudiarse la forma de la caja con el fin de optimizar el dispositivo.

Por último, creo que podría ser adecuado que los alumnos puedan **proponer un trabajo distinto para la exposición** acorde a sus gustos, siempre y cuando esté relacionado con los contenidos que se están trabajando en esta actividad. Hay que tener varias temáticas preparadas pero, en caso de que los alumnos lo pidan y el docente lo considere justificado, es importante que puedan trabajar y hablar a sus compañeros sobre un tema que les motive y con el que se encuentren cómodos.

## **BLOQUE III:**

### **Conclusiones finales**



## 9. Conclusiones

Tras realizar el diseño de la actividad y el análisis de la sesión adaptada que tuvo lugar en el I.E.S. Valle del Saja, se van a resumir, como parte de este último apartado, las principales conclusiones que se han obtenido al finalizar este proyecto.

En este trabajo se plantea una actividad de tres sesiones para los alumnos de 1º de Bachillerato de la asignatura de Física y Química relacionada con los contenidos que van a aprender en este ciclo sobre la radiactividad, los constituyentes fundamentales de la materia y la construcción de detectores.

Durante el diseño de la misma, se han realizado distintas modificaciones teniendo en cuenta las opiniones que los alumnos plasmaron en las encuestas que rellenaron una vez finalizada la sesión adaptada.

No obstante, es importante que se tenga en cuenta que estas opiniones están basadas en una actividad que no es la real de tres sesiones por lo que hay que saber diferenciar entre los fallos propios de esta adaptación (por ejemplo, el hecho de que ellos no hayan hecho nada del experimento, haya sido una clase magistral) o algunos fallos que puedan ser trasladados a la actividad completa (mi forma de explicarlo, que el experimento no les parezca interesante...).

En la sociedad actual es muy importante formar a los alumnos en varios aspectos que no se encuentran necesariamente en los libros de texto y que no por ello son menos importantes.

Con esta actividad se cumplen los objetivos planteados al principio de este trabajo. En primer lugar, dar al alumno una visión general de la cultura científica actual, de modo que sea consciente de las repercusiones que la misma tiene en el avance de esta sociedad.

Por otra parte, gracias a ésta van a darse cuenta, una vez más, de la importancia del trabajo en equipo y de lo importante que es la cooperación para alcanzar un objetivo común. El hecho de que realicen trabajos en grupo que posteriormente van a presentar a sus compañeros me parece una excelente idea para que se acostumbren a realizar exposiciones orales, una competencia

básica que en ocasiones se evita potenciar, causando grandes problemas en su futura trayectoria profesional.

Otra reflexión que extraigo de este trabajo una vez finalizado es la importancia de realizar una buena planificación de las actividades, tanto la parte práctica del aula como la preparación previa del profesor sobre los contenidos teóricos.

Nunca y bajo ningún concepto debemos dejar de realizar estos análisis previos a la teoría y posibilidades didácticas de un experimento ya que puede causar que, una actividad con muchísimas posibilidades didácticas, sea completamente inútil e incluso contraproducente a la hora de realizar un aprendizaje significativo por parte de los alumnos.

Una vez que se ha diseñado la actividad y se ha realizado un primer acercamiento a un centro educativo, el siguiente paso será ponerla en práctica en su totalidad y, mediante la observación del docente y las opiniones de los alumnos, realizar un estudio más exhaustivo para analizar los beneficios y perjuicios de este tipo de actividad.

## 10. Bibliografía

Barrada-Solas, F. (2010). *La cámara de niebla: Partículas de verdad*. Madrid: Centro de Intercambios Escolares. Recuperado de: <<https://www.icpan.es/concurso/ganadores/55CamaraNiebla.pdf>> [Última consulta: 12 de Mayo de 2015]

Berger y Stassen (2007). El desarrollo del pensamiento en los adolescentes. *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Editorial Médica Panamericana, Madrid España, pp. 90-93.

Centro Andaluz de Física de Partículas Elementales (2013). *Física de Partículas Elementales*. Recuperado de: <<http://cafpe.ugr.es/index.php/pages/particles>> [Última consulta: 19 de Mayo de 2015]

Centro de Innovación y Formación educativa, Universidad de Vic. (2011). *Cooperar para aprender y aprender a cooperar*. Recuperado de: <[http://www.cife-ei-caac.com/programa\\_cast.asp](http://www.cife-ei-caac.com/programa_cast.asp)> [Última consulta: 24 de Mayo de 2015]

España, Decreto 74/2008, de 31 de julio, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. *BOC*, 12 de agosto de 2008, núm. 156, pp. 11015-11018

España. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. *BOE*, 3 enero de 2015, núm. 3, p. 277

Investigate North (2014). *Cloud Chamber: a massively multiplayer story game*. Recuperado de: <<http://cloudchambermystery.com/>> [Última consulta: 23 de Mayo de 2015]

Moll, S. (2013). *Aprendizaje cooperativo. Cómo formar equipos de aprendizaje en clase*. Recuperado de: <<http://justificaturespuesta.com/aprendizaje-cooperativo-como-formar-equipos-de-aprendizaje-en-clase/>> [Última consulta: 14 de Mayo de 2015]

OnScreen Science, Inc. *The OnScreen Particle Physics™ Detection Chamber* . Recuperado de: <<http://www.onscreen-sci.com/Overview.html>> [Última consulta: 2 de Mayo de 2015]

Pertegal, M. A., Oliva, A. y Hernando, A. (2010). Los programas escolares como promotores del desarrollo positivo adolescente. *Cultura y Educación*, 22 (1), 53-66.

Pujolás Maset, P. (2005). *Grupos cooperativos*. Cuadernos de pedagogía, núm. 345, pp. 51-54

Radio Televisión Española, RTVE. (2015). *Rayos Cósicos* [Extracto del programa]. España. Recuperado de: <<http://www.rtve.es/alacarta/videos/orbita-laika/orbita-laika-rayos-cosmicos/2952632/>>

Siddig, S. (2014) Wilson Cloud Chamber. *Wiki de la Universidad de Brown*. Recuperado de: <<https://wiki.brown.edu/>> [Última consulta: 12 de Mayo de 2015]

Thoman, S. (2013). *University of reading*. Recuperado de: <<http://www.met.reading.ac.uk/~rr004039/home/>> [Última consulta: 15 de Mayo de 2015]

Torre de la, S. (2004). *APRENDER DE LOS ERRORES: El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Magisterio del Río de La Plata

Who Media Centre (2011). *Cánceres de origen ambiental y ocupacional* [Nota descriptiva nº350]. Recuperado de: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs350/es/>> [Última consulta: 16 de Mayo de 2015]

# Anexo I: Hoja de laboratorio

Física y Química 1º Bachillerato

Curso 2014/2015

Grupo.....

**1. ¿Por qué el fondo de la cámara queremos que sea negro?**

---

---

---

**2. ¿Qué pasa si ponemos o quitamos el imán?  
¿Afectaría a una partícula sin carga?**

---

---

---

**3. Una vez que se ven las partículas, durante un minuto, tres integrantes del grupo contarán el número de trazas observadas:**

Alumno 1 \_\_\_\_\_

Alumno 2 \_\_\_\_\_

Alumno 3 \_\_\_\_\_

**4. ¿Qué partículas habéis observado?**

Partícula	Forma traza

**5. ¿Podemos observar las partículas si colocamos la cámara en el patio a plena luz del Sol? ¿Por qué?**

---

---

---

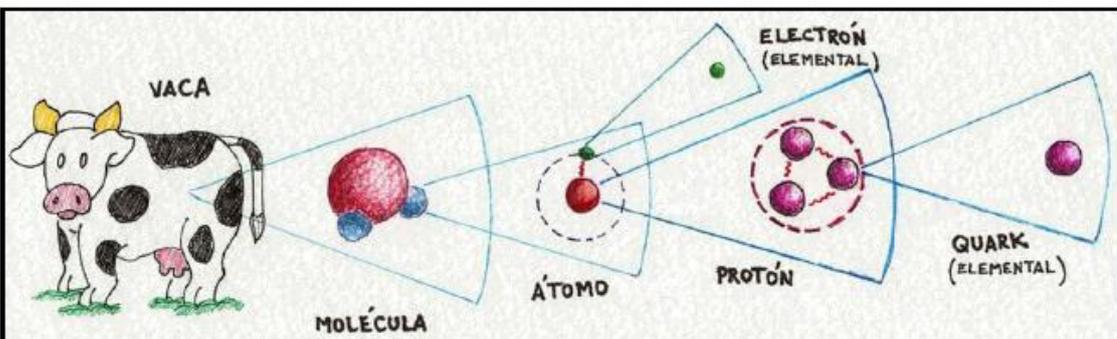
---

## Anexo II: Presentación actividad

# *Partículas de cerca: La cámara de niebla*



*Curso 2014/2015  
1º Bachillerato*

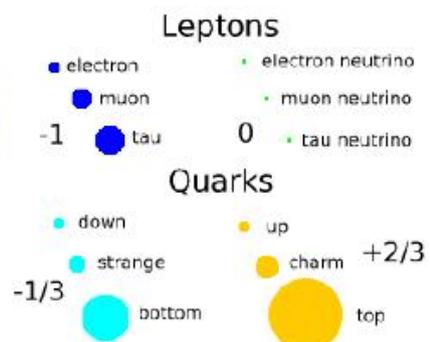


***Física de Partículas: ladrillos de la materia + leyes***

***¿DÓNDE ESTÁN?***

***¿DE DÓNDE VIENEN?***

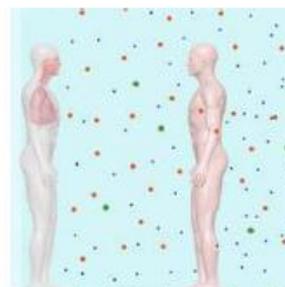
***¿SIRVEN PARA ALGO?***



## ¿Dónde están?

- La materia está formada por electrones, protones ...
- Además... la atmósfera está llena de ellas

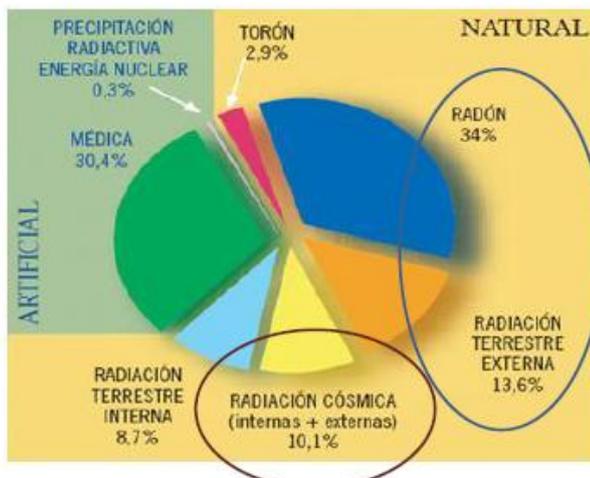
*iiiESTAMOS RODEADOS AUNQUE NO LAS VEAMOS!!!*



**Radiación: propagación de energía mediante ondas o partículas**

## ¿De donde vienen?

Origen natural: 69.3 %  
Origen artificial: 30.7 %



## ¿Sirven para algo?

El estudio de ellas ha llevado a construir enormes "microscopios" para estudiarlas:  
Los **detectores** de partículas

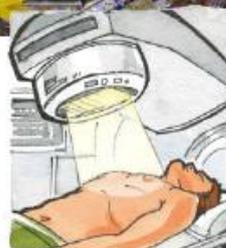


· La **Red** nació gracias a ellas en el CERN

· Radioterapia y radiodiagnóstico

· Estudio en las fábricas de la calidad de los productos

· Detectores de humo: detectan partículas y cuando no es que hay humo!



*Vale,  
vamos a ver partículas pero...*

*¿Cuáles?*



*¿Qué partículas vamos a detectar?*

## *Rayos cósmicos*

### *Partículas procedentes del espacio*

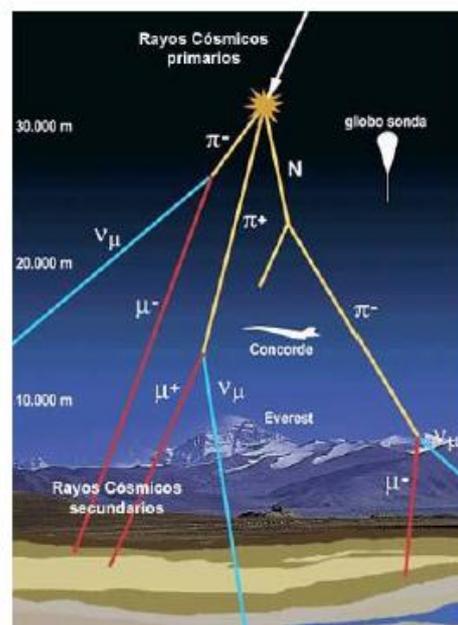
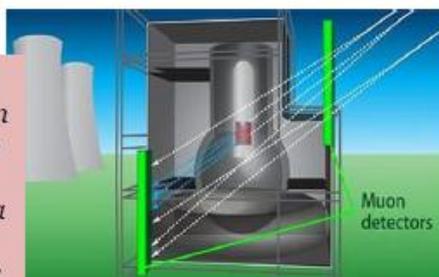
*Alcanzan atmósfera: **protones y partículas alfa***

*Interaccionan con los átomos de la atmósfera y van convirtiéndose **en nuevas partículas.***

*Búsqueda  
cámaras en  
pirámides*

*Fukushima*

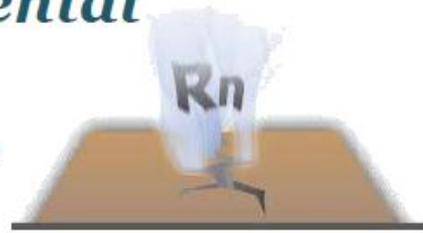
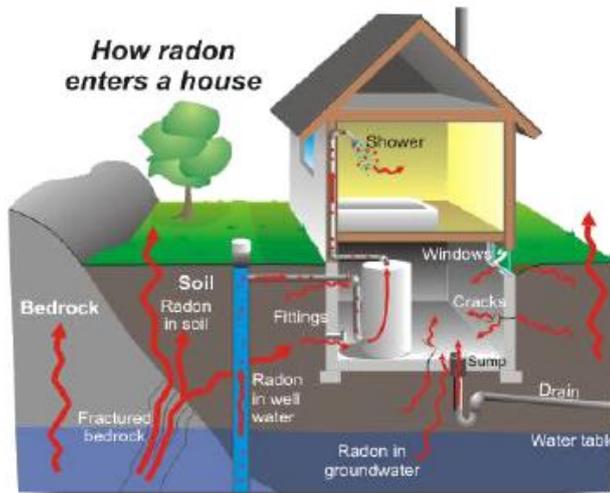
*Estudio de  
volcanes*



¿Qué partículas vamos a detectar?

## Radiación ambiental

*Partículas procedentes de la corteza terrestre presentes en el medioambiente*



**Gas radón:**

*gas noble emisor  
partículas alfa*

*procede de las rocas  
graníticas*

*concentraciones en las  
viviendas variables*

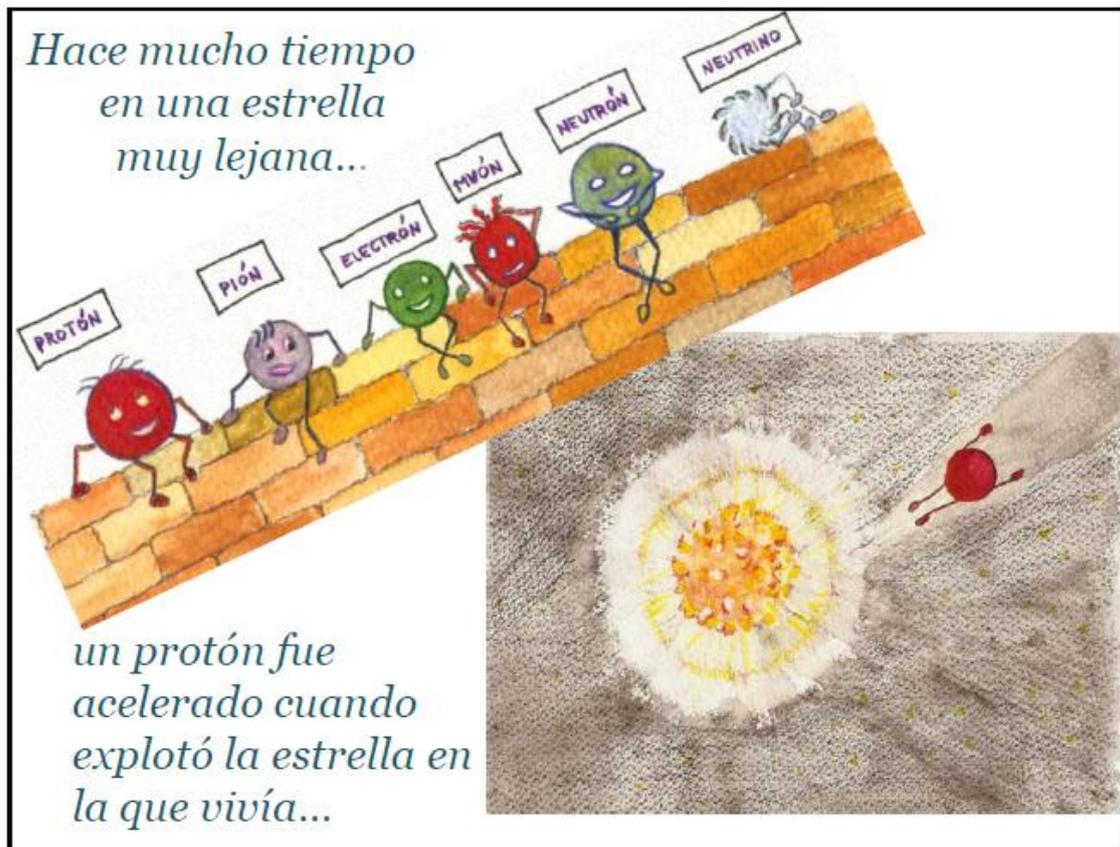
*ventilación insuficiente*

**El experimento:**

**LA CÁMARA  
DE NIEBLA**



**¡ MIRA , UN RAYO CÓSMICO !**



*Atravesó todo el espacio hasta que se encontró con la Tierra ...*



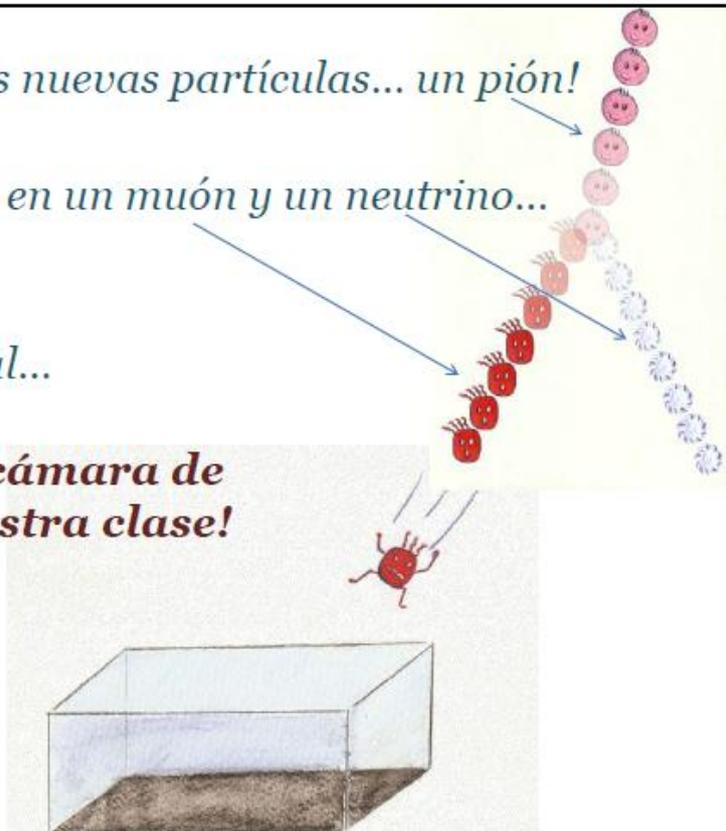
*Chocó con los átomos de la atmósfera pasando a **formarse nuevas partículas...***

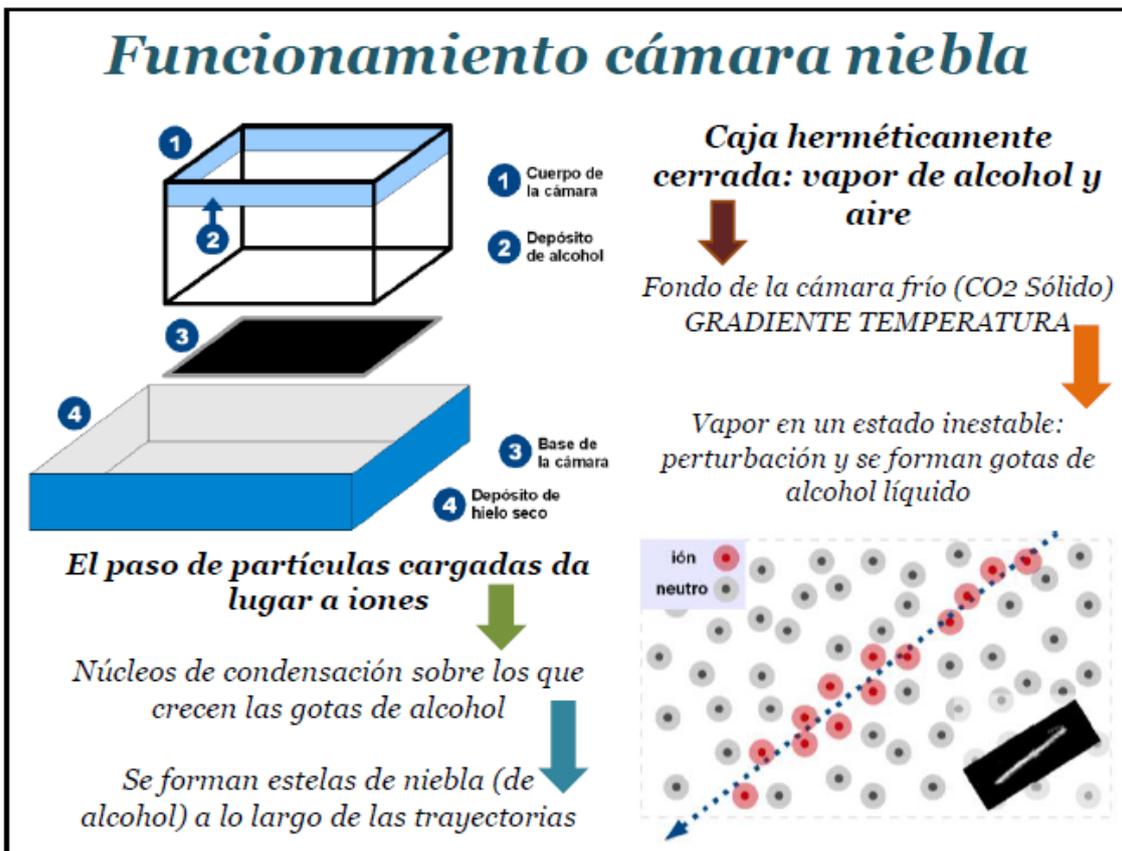
*Entre las nuevas partículas... un pión!*

*Que se desintegra en un muón y un neutrino...*

*Al final...*

***¡Llegan a la cámara de niebla de nuestra clase!***





**Partículas alfa:**  
Muy energéticas,  
mucho poder de ionización



**Decaimiento:**  
Una partícula inestable  
que se convierte en dos más estables

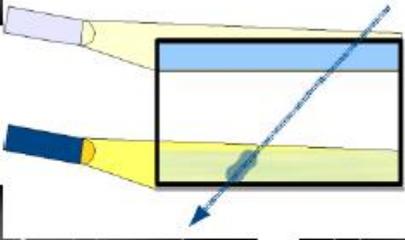


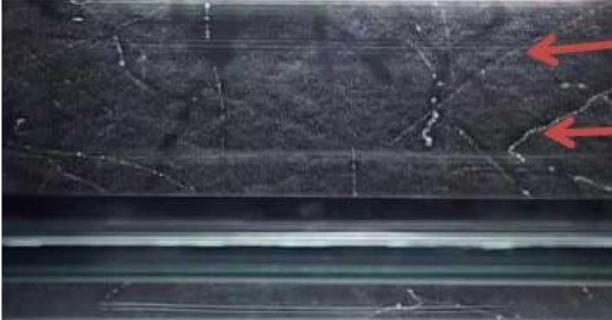
**Muones:**  
Primos de los  $e^-$ ,  
pasan sin desviarse



**Electrones:**  
Chocan con las moléculas de aire,  
por eso hacen zigzag





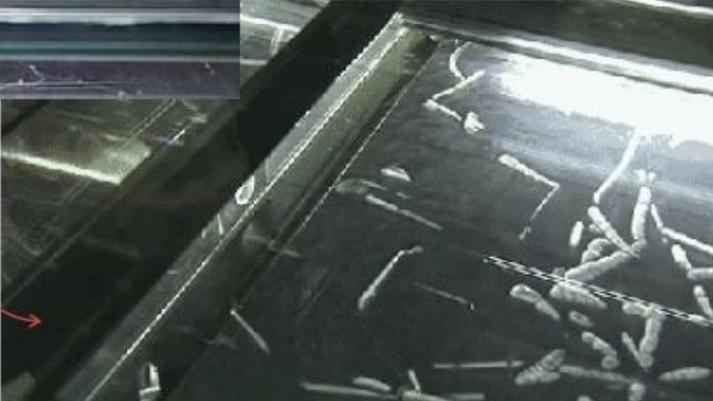



Alfa

Muones

Electrones

*Esto es con una muestra radiactiva,  
no vamos a ver tantas!!*



*y  
ahora*

...

*¡A  
mirar!*



## Anexo III: Encuesta alumnos

*Es el momento de que me des tu opinión... Por favor, responde a esta encuesta anónima del 1 al 5, siendo:*

- 1 completamente en desacuerdo
- 2 relativamente en desacuerdo
- 3 relativamente de acuerdo
- 4 en gran parte de acuerdo
- 5 completamente de acuerdo

- a) ¿Te ha parecido un contenido interesante el de esta actividad?**
- b) ¿Crees que debería haber más actividades de este tipo, en el que se relacione la Física y Química con el entorno, durante el curso?**
- c) ¿Te gustaría poder construir el detector en pequeños grupos y observar las distintas cámaras de niebla siendo vosotros vuestros propios jefes?**
- d) ¿Te gustaría mostrársela a tus compañeros de niveles inferiores y explicársela una vez que la hubieses construido?**
- e) ¿Te ha parecido que la profesora ha explicado con claridad?**

a) \_\_\_\_\_                      b) \_\_\_\_\_                      c) \_\_\_\_\_  
d) \_\_\_\_\_                      e) \_\_\_\_\_

*Ya acabamos, contesta con una breve respuesta:*

**¿ Qué es lo que más te ha gustado? ¿Y lo que menos?**

---

---

---

---

**Si quieres darme algún consejo para mejorar aquí puedes...**

---

---

***¡gracias!***