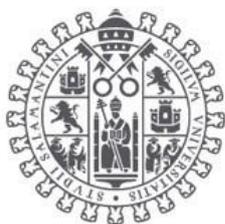


# Universidad de Salamanca

## Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**1218 - 2018**

### **Propuesta de Investigación Educativa.**

**Comparación de los efectos sobre la motivación y el interés de distintos recursos en la asignatura de Física y Química en Enseñanza Secundaria Obligatoria.**

**Recurso Cinematográfico y Laboratorio por Descubrimiento.**

Patricia D. Aldonza Cimas

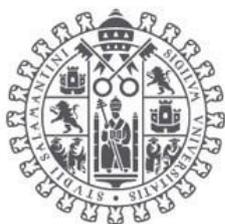
Tutora: Beatriz García Vasallo

CURSO 2019-2020



# Universidad de Salamanca

## Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**1218 - 2018**

### **Propuesta de Investigación Educativa.**

**Comparación de los efectos sobre la motivación y el interés de distintos recursos en la asignatura de Física y Química en Enseñanza Secundaria Obligatoria.**

**Recurso Cinematográfico y Laboratorio por Descubrimiento.**

Autora: Patricia D. Aldonza Cimas

Tutora: Beatriz García Vasallo

Fdo \_\_\_\_\_

Fdo \_\_\_\_\_

CURSO 2019-2020

# Índice

1	Introducción.....	5
2	Justificación del trabajo de investigación educativa: recurso cinematográfico y laboratorio por descubrimiento .....	7
3	Diseño del trabajo de investigación educativa: recurso cinematográfico y laboratorio por descubrimiento .....	8
4	El cine y las series de ficción como recurso didáctico .....	11
4.1	Propuestas de trabajo en el aula .....	16
4.1.1	Fragmentos audiovisuales como recurso en 2º de ESO.....	18
4.1.2	Fragmentos audiovisuales como recurso en 4º de ESO.....	25
5	Laboratorio por descubrimiento: pequeños experimentos.....	34
5.1	Propuesta de trabajo en el aula .....	40
5.1.1	Pequeño experimento de investigación en 2º ESO.....	43
5.1.2	Pequeño experimento de investigación en 4º ESO.....	48
6	Análisis de los resultados y del diseño planteado.....	53
7	Conclusiones .....	59
	Referencias bibliográficas .....	62
	Bibliografía web.....	66
	ANEXO I.....	67
	Cuestionario previo motivación/interés.....	67
	ANEXO II .....	69
	Cuestionario final motivación/interés.....	69
	ANEXO III.....	71
	Preguntas y problemas para 2º de ESO: .....	71
	Preguntas y problemas para 4º de ESO: .....	71
	Criterios de corrección .....	71

# 1 Introducción

En la actualidad la enseñanza secundaria obligatoria y el bachillerato está pasando por una etapa de regeneración metodológica, mejora de recursos e innovación de prácticas docentes. En ocasiones avalada por la corriente constructivista, otras muchas por la necesidad de alcanzar el desarrollo integral, el bienestar y favorecer la alfabetización científica (Pérez, D. G. & Vilches, 2006). En la Declaración de Budapest 1999, se proclama:

*“la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados [...]. Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad, así como las capacidades de razonamiento”* (DECLARACIÓN, 1999).

La ciencia debe ser entendida como parte de la cultura ciudadana de esta época. La capacidad de desarrollar un espíritu crítico, posibilitar la participación en discursos públicos de una manera inteligente, la contribución a la resolución de conflictos a los que se enfrenta la humanidad o por puro goce personal hace del estudio científico-tecnológico una necesidad para el crecimiento global y personal. El aprendizaje científico debería ser capaz de preparar a los estudiantes para la vida cotidiana y en sociedad, una vida cada día más influenciada por la ciencia y la tecnología (Fensham, 2002). Analizar la percepción que de ellas tienen los estudiantes de todos los niveles educativos favorecerá el binomio enseñanza-aprendizaje (Torres Merchan, Bolívar, Solbes Matarredona, & Parada, 2018).

Un punto de partida para alcanzar el éxito en el proceso es conocer la motivación e interés que suscita la ciencia, en concreto la física y la química tanto en secundaria como en bachillerato. No podemos obviar el desapego de nuestra juventud por los estudios científicos (Rocard et al., 2007; Solbes, 2011; Vázquez & Manassero, 2008). La visión que tienen de las asignaturas de ciencias les aleja de ese mundo tan apasionante para muchos. Catalogan la asignatura de difícil, abstracta y descontextualizada, sin aplicación en el mundo real; si bien, esta idea no acompaña a los alumnos durante los primeros cursos de secundaria (Robles, Solbes Matarredona, Cantó Doménech, & Lozano Lucia, 2015). Durante las primeras incursiones en el mundo de la Física y Química su enseñanza es cualitativa favoreciendo una percepción positiva. A medida que se van introduciendo conceptos teóricos, leyes o principios sin una utilidad clara, los estudiantes pierden interés y no encuentran la motivación suficiente. El paso a una educación más formal y cuantitativa impacta directamente en el número de alumnos en estas asignaturas, provocando una disminución significativa (Solbes, 2011).

En definitiva, las manifestaciones del alumnado sobre los estudios de ciencia en las aulas nos dejan un panorama de desmotivación y una escuela incapaz de despertar su curiosidad (Marbà & Márquez, 2010).

No existe un responsable único de esta realidad, sin embargo, el hecho de que algunos profesores continúen impartiendo clase con metodologías pasivas no contribuye a la motivación. Esto nos hace pensar que los canales de transmisión de la cultura científica podrían

estar funcionando mal; asumir que no todos los estudiantes ven el mundo que les rodea de la misma manera nos acercará al inicio de la solución de esta disyuntiva educativa.

El aprendizaje que se busca actualmente es cognitivo y está intrincado con las emociones que experimentan los alumnos. Cuando el clima del aula favorece la participación, el diálogo y la argumentación sobre cuestiones científicas el aprendizaje mejora. Volviendo al tema de las emociones, la motivación e interés se vinculan directamente con las actitudes hacia las ciencias y los científicos (Manzano & de Pro Bueno, Antonio José, 2013). En consecuencia, los docentes deben incorporar en el aula recursos que provoquen un impacto emocional para generar cambios actitudinales hacia experiencias positivas de aprendizaje, más cercanos a las vivencias personales de los estudiantes y con una utilidad y aplicabilidad clara. Hay que destacar que la desconexión entre concepto y procedimiento se pone de manifiesto al no ser capaces de reconocer la relevancia e implicación de la ciencia y tecnología en el mundo.

La educación actual encontrará un aprendizaje significativo que se verá favorecido si somos capaces de encontrar en cada metodología o recurso que se aplica en las aulas las siguientes características (Parchmann et al., 2006):

- «Un contexto motivador»: el hecho de que los estudiantes puedan percibir la utilidad y relacionar el contexto con sus vidas puede alertarles para involucrarse en el aprendizaje.
- Una «necesidad de conocer» realista: los alumnos deben entender qué hacen y por qué hacen cada paso que dan. Si entienden el diseño de la actividad y la consideran accesible aumentarán sus ganas de saber.
- Un «lo que yo hago y pienso importa»: el alumnado debe sentir que sus aportaciones son importantes. Hacerles partícipes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es relevante lo que hacen, expresan, piensan o diseñan.

Para hacer frente a esta realidad se plantea un análisis de la repercusión que tiene tanto en el interés/motivación como a nivel de conocimientos el uso de metodologías activas frente al modelo tradicional de enseñanza en Física y Química.

Se llevará a cabo una comparación entre recursos basada en el análisis bibliográfico. Se planteará el diseño de actividades, cuestionarios y todo el material y herramientas útiles para el buen desarrollo de la propuesta de “investigación educativa e innovación” sin olvidarse de la etapa de evaluación. Por un lado, se empleará el cine o series de ficción como recurso didáctico (García, 2007; Pérez González, 2017). El auge de las plataformas digitales y la accesibilidad a multitud de contenido audiovisual pone de manifiesto la gran variabilidad de documentación a disposición del docente. El cine es una base de datos increíble con gran cantidad de información que fomenta aspectos como la crítica, la reflexión, la observación, incluso favorece la investigación (García-Borrás, 2009). Por otro lado, se realizará la misma reflexión sobre las visitas al laboratorio, dando un enfoque de autoaprendizaje mediante experiencias de investigación o por descubrimiento. El fracaso del interés por la Física y Química se ha atribuido al método de enseñanza, por ello, se propone el trabajo en laboratorio por descubrimiento para mejorar la autonomía de los estudiantes a la hora de desarrollar las tareas. Se pretende con ello evaluar la repercusión que tiene en la motivación y el conocimiento frente a un laboratorio más tradicional. Una labor del docente que persigue la innovación es

hacer ver a los alumnos que los profesores de Física y Química exponen y explican realidades que podemos tocar y ver.

Las estrategias en los dos recursos planteados, recurso cinematográfico e investigación en el laboratorio, se basarán en la participación activa del alumnado y en la práctica consciente, aplicando teorías y conceptos, pues según diversos autores, entender y saber explicar la relación entre los contenidos y la realidad despierta la motivación y mejora la comprensión en la asignatura de Física y Química (Bolívar, Torres, & Solbes, 2017).

## **2 Justificación del trabajo de investigación educativa: recurso cinematográfico y laboratorio por descubrimiento**

La propuesta de investigación se diseña para trabajar con alumnos de 2º de ESO y 4º de ESO durante un trimestre del curso 2020-2021. La decisión de aplicar el estudio en esta etapa formativa no es aleatoria, pues a lo largo del Prácticum se realizó la mayor parte de la observación e intervención en esos niveles académicos. He considerado por lo tanto que lo más conveniente sería adaptar la propuesta didáctica educativa a un grupo de alumnos con edades, inquietudes, desarrollo biofísico, psicológico y social lo más próximo posible al grupo de trabajo conocido durante la etapa de prácticas presenciales en el instituto. A lo largo de las 6 semanas de duración pude percibir diferentes tipos de enseñanzas, desde clases expositivas teóricas sin participación de los estudiantes hasta clases de gamificación pasando por visitas al laboratorio o exposiciones. En cada uno de los recursos las emociones de los alumnos y su implicación fueron diferentes, desde momentos de desconexión y claro aburrimiento hasta instantes de participación y reflexión grupal. Sin duda alguna la actitud, la percepción de los alumnos hacia la ciencia y las conversaciones que mantuve con alguno de los estudiantes han sido el motor de esta propuesta de investigación.

El análisis de los resultados se realizará de forma pormenorizada en función del curso diana pues descubrí diferencias significativas entre ellos. Los más pequeños aún no se han desencantado de la asignatura de Física y Química, parece que muestran mayor interés, son más participativos, preguntan abiertamente, manifiestan cierta inocencia científica y no tiene prejuicios tan profundos como en curso posteriores. En su contra se debe comentar que no tener ideas claras ni conocimientos previos bien asentados limita las actividades y marca un ritmo en las clases más lento que en 4º curso. En 2º se estudia ciencia desde un punto de vista cualitativo y la asignatura no está tan condicionada ni comprometida por el conocimiento matemático.

En 4º de ESO, tienen muchas más referencias de la asignatura, pero esto no implica que se haya alcanzado la alfabetización científica. La materia de física y química forma parte del itinerario de enseñanzas académicas para la iniciación del bachillerato y dentro de esta especialidad sólo algunos de los estudiantes seleccionarán la asignatura como optativa.

La diferencia de obligatoriedad o no de Física y Química en los cursos de estudio nos debería dar una visión diferente en el grado de interés y motivación de los alumnos. ¿Es un factor

determinante en la visión integral de la ciencia y su implicación en ella decidir cursarla dentro de la especialidad? ¿Afecta a la mejor comprensión de ésta?

Se podría pensar que el grado de motivación e interés es superior en el 2º ciclo por no ser obligatoria la propia asignatura. Al preguntar qué expectativas tienen, un porcentaje muy alto de los alumnos más jóvenes (2º de ESO) hacen alusión a estudiar carreras científicas y los alumnos del último curso (4º de ESO) son una minoría los que abiertamente manifiestan su interés por profesiones relacionada con ciencia y tecnología. Esta situación vivida los primeros días del Prácticum mientras los alumnos se presentaban despertó mi curiosidad. Aquí está otro de los motivos que me ha impulsado a elaborar esta propuesta y analizar si algún cambio en la forma de enseñanza tiene repercusión positiva o no en el aprendizaje y la visión que tienen los adolescentes de la asignatura. ¿Emplear un medio cercano y familiar para el alumno como es el audiovisual mejoraría la atención en el aula y con ello el interés por saber y conocer ciencia? Por último, es llamativo el bajo nivel de interconexión que hacen entre teoría y prácticas de laboratorio. Parece que perciben las clases en el aula y el laboratorio como dos mundos sin relación alguna, sus preguntas me hacen sospechar que no asocian los distintos contenidos. Si se trabaja a nivel de laboratorio en un contexto concreto cercano a la realidad ¿la aplicación de los principios, leyes y teorías mejorará? ¿Se producirá transferencia de conocimiento a otras situaciones? En definitiva, estas cuestiones son a las que se pretende dar respuesta.

Trabajar sobre el cine o mediante trabajo autónomo en el laboratorio por investigación puede ser muy enriquecedor en cualquier etapa educativa. Como elemento atomizador de conocimiento el formato audiovisual es un gran colaborador docente. Sería muy apropiado su uso en la asignatura de Cultura Científica impartida tanto en 4º de ESO como en 1º de Bachillerato dentro de las denominadas asignaturas específica y por lo tanto optativa. Su amplio y variado contenido hace posible emplear este recurso, el cine y las series, a lo largo de cada uno de los bloques, sin embargo, a pesar de la idoneidad de la asignatura y su compatibilidad con metodologías activas, al ser una materia específica los alumnos que se matriculan en ella muestran a priori cierto interés, curiosidad y predilección por el mundo que les rodea sobre ciencia, tecnología, medio ambiente y sociedad. La motivación en este caso se presupone, por esta razón no se propone como fuente de los datos. Lo mismo sucede en cursos avanzados donde la especialización cada vez es mayor, las asignaturas dejan de ser comunes y en función del bachillerato seleccionado la presencia de la ciencia aumenta, asumiendo una clara vocación científica de los estudiantes que toman estos itinerarios. Tanto el mundo audiovisual como el trabajo por descubrimiento en el laboratorio continúa siendo fundamental en estos cursos, pero el gusto por la ciencia se asume, aunque sea meramente aspiracional o propedéutico.

### **3 Diseño del trabajo de investigación educativa: recurso cinematográfico y laboratorio por descubrimiento**

En relación con el diseño la muestra debe ser lo suficientemente representativa para ser considerada adecuada, es preferible trabajar a partir del segundo trimestre académico. A lo largo

del primero los alumnos necesitan cierto periodo de adaptación al nuevo curso. Sin embargo, se analizará la repercusión que tiene la implementación de los diferentes recursos durante el primer trimestre de 2º curso. Y aunque es aconsejable que los estudiantes hayan tenido un contacto previo en el laboratorio al menos del tipo experiencias de confirmación, para trabajar mejor la propuesta de resolución de problemas en el laboratorio por descubrimiento, no se va a considerar imprescindible. Es muy interesante analizar la evolución de los recursos cuando se parte de una situación inicial desconocida sin referentes previos ni condicionantes frente a la asignatura. Se podría comparar la figura del alumno a un libro en blanco con todas sus páginas por escribir.

Para el curso de 4º de ESO se implantarán los nuevos recursos en el tercer trimestre, para analizar y evaluar el grado de impacto que tienen en los alumnos con el curso avanzado y habiendo realizado algún tipo de prácticas de laboratorio.

Se presenta un breve resumen de los trimestres objetivo del proceso de investigación:

Curso 2020-2021	T-1	T-2	T-3
2º de ESO	✓	✗	✗
4º de ESO	✗	✗	✓

Tabla 1 Trimestres propuesta de investigación

El análisis se centrará en el nivel de motivación y la asimilación de contenido. La intención es comparar y contrastar los datos y resultados obtenidos entre los distintos métodos/recursos en: una clase tradicional, el cine como recurso didáctico y el laboratorio por descubrimiento. Se considera suficiente realizar una distribución en tres grupos diferenciados o clases. Cada uno de ellos formado por 18 alumnos mínimo, pertenecientes al mismo centro educativo. De esta manera la muestra se desenvuelve dentro de un mismo entorno sociocultural. El trabajo se realizará al unísono en los grupos de los dos cursos señalados. Deben ser cursos de tres líneas. El primer grupo o clase (A) seguirá la metodología tradicional, el segundo grupo o línea el procedimiento basado en el cine como recurso (B) y por último el tercer grupo estará involucrado en experimentación por descubrimiento (C).

Los objetivos generales que se persiguen son:

- Valorar el impacto sobre la motivación de los distintos métodos empleados.
- Analizar la modificación en la falta de interés que despierta la ciencia en los alumnos de secundaria.
- Comprobar la mejoría en la asimilación y comprensión de conceptos.
- Examinar la percepción en la aplicabilidad de los contenidos trabajados. ¿Son capaces de identificar fenómenos físicos o químicos fuera del aula?

Se realiza un análisis previo vía cuestionario de la motivación, intereses y recursos que favorecerían según los estudiantes su implicación en la asignatura de Física y Química, basado en el utilizado en la investigación de (Solbes, Gutiérrez, & Molina, 2008) y en el cuestionario aplicado en otros estudios (Coca, 2012; Robles et al., 2015) con un adaptación en función del propio interés de mi propuesta. Al ser un cuestionario breve parece el más adecuado y adaptado.

Consta de 7 preguntas que se detallan en el [Anexo I](#). Se realizarán antes de empezar con el recurso en sí.

A continuación, se impartirán las clases aplicando el recurso o método designado a cada uno de los grupos. Se diseñan algunas de las actividades para que sirvan de muestra. Se presentan en este documento en epígrafes posteriores. En el siguiente cuadro se refleja la propuesta de contenidos en función de los cursos, para que nos sirva de resumen y recopilación de información antes de proceder a la exposición del marco teórico del recurso considerado y de la propuesta didáctica.

<b>CURSO</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Recurso fragmento de cine</b>	<b>Pequeño experimento de investigación</b>
<b>2º ESO</b>	Sustancias puras y mezclas. Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas	Blancanieves y los siete enanitos (película) Colmillo Blanco (película) Aquel Ritmillo (cortometraje)	¿Un desayuno con mucho hierro?
<b>4º ESO</b>	Flotabilidad, Principio de Arquímedes	Stranger Things (serie TV)	Construye una piragua

*Tabla 2 Resumen recursos didácticos propuestos.*

El currículo y los contenidos de cada curso están en concordancia con lo establecido en la legislación vigente de Educación:

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre
- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero

Una vez finalizada la etapa de intervención de los diferentes recursos, se realizará un segundo cuestionario relacionado con la motivación e interés [Anexo II](#). Se busca valorar y analizar si se aprecia mejoría en los datos anteriores en función de los tres métodos aplicados en el aula: tradicional, cine/series y experimentación por descubrimiento. En este caso las cuestiones serán muy parecidas a las realizadas al inicio de la investigación para que la comparación sea lo más fiable y objetiva, por similitud en las preguntas planteadas.

Por último, el docente llevará a cabo una evaluación formativa, basada principalmente en la observación donde se valorará la participación, debates, argumentación, corrección de tareas, análisis de respuestas correctas y actitud en el aula. Se anotarán las interpelaciones y diálogos que tienen lugar durante las actividades propuestas de cada uno de los recursos. La transcripción de algunas de las conversaciones entre iguales será de gran valor para descubrir como procesan la información cuando el docente no interviene incisivamente.

Sería interesante para conocer el impacto obtenido con respecto a la aplicabilidad de la ciencia, su comprensión y la conexión o relación que encuentran entre la teoría y la práctica plantear ejercicios comunes en todos los grupos A, B y C para analizar los resultados. Se realizarán una vez finalizada la unidad correspondiente al contenido tratado en función de la temporalización y secuenciación. No debemos olvidar que un pilar fundamental de la educación es el aprendizaje ocasionado y si existe transferencia de conocimiento en otros contextos. Los ejercicios tipo que se distribuirán entre los alumnos se presentan en el [Anexo III](#) junto con los criterios de corrección.

Una vez analizados los datos de la investigación, el éxito o fracaso, se propondrán mejoras para implementarlas al curso siguiente 2021-2022, siempre que se consideren razonable y en función de los logros alcanzados. Se analizará la mejora en la motivación y en la asimilación de los contenidos, además se evaluará si ha sido un acierto o no la implementación en el primer trimestre en 2º curso o si el enfoque de las actividades ha sido el correcto.

Dentro del diseño se debe considerar la atención a la diversidad. Las aulas al igual que el mundo real son muy variadas en multitud de aspectos. Existen inteligencias múltiples, disparidad de personalidades, alumnos con necesidades educativas especiales y algunos que tienen más desarrolladas unas capacidades que otras. Las clases son un lugar de inclusión donde prima una educación integral, por ello, es responsabilidad del docente realizar una adaptación no significativa o significativa para alcanzar los logros académicos sustentándose en un buen modelo pedagógico.

En particular, el recurso cinematográfico es sencillo de adecuar a todos los públicos sea cual sea la discapacidad del espectador. Se pueden emplear subtítulos, un audiodescriptor en definitiva que el alumno pueda disfrutar al igual que el resto de los compañeros de la proyección.

Con respecto, a las prácticas en el laboratorio, la estancia debe estar libre de material que obstaculice el paso en caso de haber un alumno con dificultades de movimiento. Si la manipulación de cualquier material se viese impedida contará con ayuda siempre que sea necesario del profesor o de apoyo externo. Gracias al laboratorio por descubrimiento y al trabajo en equipo que se realiza durante toda la actividad la integración e inclusión está prácticamente garantizada. Los compañeros de equipo cooperaran con un objetivo común, se ayudan y este gesto implica compartir y facilitar el trabajo a aquellos que por su condición tiene una mayor dificultad.

La documentación facilitada, se imprimirá en un tamaño de letra adecuado si es necesario. En caso de precisar un aprendizaje más guiado y simplificado, el estudiante contará con el material completamente modificado en función de lo pactado con él. En el caso de contar con un alumno que presente altas capacidades, el docente puede entregarle referencias de otras películas, o plantearle retos de actividades o situaciones de la vida cotidiana relacionados con los contenidos tratados, incluso se puede enlazar con otras unidades o asignaturas.

En general los recursos desarrollados de facto facilitan el aprendizaje a cualquier estudiante. Por su estructura, por la simplicidad de las escenas o las prácticas de laboratorio, porque se promueve el diálogo como base del aprendizaje y reflexión con la ayuda del profesor responsable.

#### **4 El cine y las series de ficción como recurso didáctico**

¿Quién no ha visto una película, un capítulo de una serie de ficción o consumido material audiovisual durante el último mes? Probablemente esta pregunta se contestaría con nadie, por lo tanto, es ahí donde radica el poder divulgativo del cine. Su consumo está intrínsecamente

ligado a nuestro día a día, nuestras costumbres y ocio. Nos seducen con imágenes en movimiento, el cine nos hace disfrutar y forma parte de nuestro entretenimiento. En cada escena, guion o trama se cuentan historias a través de sus personajes, relaciones, realidades o ficción que pueden ser utilizadas en el aula como vehículo de motivación. Sirve para viajar a través de los distintos contenidos curriculares y educar en valores y competencias. La variedad de géneros amplía su uso como recurso didáctico a todas las asignaturas siendo transversal el interés y el carácter estimulante que suscita entre los alumnos trabajar con recursos audiovisuales cercanos a su día a día y con un contexto concreto.

Es una herramienta muy poderosa de difusión de saberes gracias a la atracción que levanta en los diferentes estratos de población. La gran distribución que existe en la actualidad y la facilidad de acceso supone un impacto directo en todos los sectores de la sociedad, siendo los alumnos de secundaria y bachillerato grandes consumidores. Viven inmersos en un mundo de imágenes, donde el cine y las series de televisión son una de las maneras de consumo más potentes, debido a las condiciones de conectividad y accesibilidad, como ya se ha mencionado anteriormente (Silva, 2016).

El cine y las series son un aliado extraordinario de métodos clásicos, capaz de dinamizar y dar altura al acto docente rompiendo así con el inmovilismo que acompaña al método tradicional. (García-Borrás, 2009; Martínez, Amado, Sánchez, & Sánchez, 2005). Desde hace tiempo se viene usando este formato audiovisual como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de historia, geografía, pedagogía o literatura. Innegablemente las escenas están muy relacionadas con los acontecimientos pasados, se plantean repercusiones futuras, se sustentan en grandes sucesos históricos o plasman la realidad social actual. Los relatos cinematográficos nos transportan a través de las épocas, las acciones y los diálogos provocando sensación y sentimientos variopintos que pueden y deben emplearse en el aula como elemento propulsor. En asignaturas científicas parece que su uso no está tan justificado o no es tan clara la relación entre contenidos específicos y el medio audiovisual. Sin embargo, no nos debemos olvidar que el inicio del cine está directamente ligado con la ciencia. Un precursor de la cámara de cine fue la cámara oscura, aunque no se sabe con seguridad se otorga el reconocimiento de la cámara oscura al matemático y físico Alhazen en el siglo X d.C. quien recoge en el libro “Tratado óptico” una descripción del funcionamiento y su relación con la formación de la imagen visual en el ojo.

En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci impulsó el desarrollo definitivo de la cámara oscura y profundizó tanto en el funcionamiento de la visión, el comportamiento de la luz como en las leyes de la perspectiva geométrica. El desarrollo de diversos instrumentos y aparatos como la linterna mágica, el fenaquistiscopio, zootropo o el praxinoscopio forman parte de la historia e inicio del cine.

El punto de inflexión aparece sin duda con la fotografía. En el siglo XIX, por primera vez se puede fijar una imagen y conservarla para la posteridad, Eadweard Muybridge científico aficionado a las instantáneas y a los caballos, fotografió el movimiento de los equinos con diversas cámaras simultáneamente para demostrar que el animal en algún momento perdía el contacto con el suelo. Recientemente se ha utilizado esta técnica para dar una panorámica del movimiento de algún personaje en las películas.

La historia del cine no tendría sentido sin hablar de Edison y el kinetoscopio, aparato que permitía el visionado individual de bandas de imágenes sin fin (Alcazar, 2018).

Fue en plena revolución industrial cuando nació el cinematógrafo de la mano de Los hermanos Lumière. El punto de partida del mundo audiovisual se encuentra entre las paredes del Salón Indio del Gran Café del Boulevard de los Capuchinos en París donde se proyectó por primera vez una escena de no más de un minuto de duración, “*Salida de la fábrica Lumière*”. Los asistentes a aquel evento quedaron boquiabiertos al presenciar el movimiento de los carruajes por las calles de Lyon. El desarrollo tecnológico es el responsable de cómo conocemos actualmente el cine y las series, sus avances y mejoras están vinculados a conocimientos científicos. Por lo tanto, la relación entre el cine y la ciencia es muy estrecha.

En el aula el uso del cine es una estrategia innovadora capaz de ayudar a comprender diferentes hechos y sus consecuencias. Es verdad que el formato presenta un carácter lúdico que puede dificultar su uso como recurso cuando no se aplica con rigor y se trivializa su papel educativo, sin embargo, a través de un buen diseño docente el cine o las series pueden convertirse en el elemento nuclear del proceso educativo. Se consigue enlazando ideas presentes con tareas y actividades, estableciendo la relación con los contenidos del currículo, los objetivos en consonancia con los programas educativos y conjugando eficacia con eficiencia.

El recurso es exitoso y no sólo favorece la motivación, sino que mejora el pensamiento crítico mediante el intercambio de ideas, la actitud activa, la comunicación entre profesor-alumno o alumno-alumno. El impacto sensorial de las imágenes en movimiento nada tiene que ver con los logros que se alcanzan con fotografías estáticas o textos específicos, el mundo audiovisual es un refuerzo memorístico y de asociación (Martínez et al., 2005) por lo tanto tiene todos los ingredientes para emplearlo como recurso en el mundo de la ciencia.

No cabe duda de que uno de los objetivos dentro del mundo audiovisual es sorprender y emocionar al espectador. Por lo tanto, tiene la capacidad de generar sentimientos positivos y según lo expuesto favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje. El cine como recurso didáctico y pedagógico va de la mano de palabras como observación, reflexión e investigación.

Los medios audiovisuales bien empleados facilitan la asimilación, comprensión y relación de los hechos:

*“La presentación de una situación científica en un contexto históricamente determinado y creíble puede impulsar la comprensión de una serie de relaciones entre el saber y las situaciones vitales como un hecho natural al ejercicio de la investigación científica”* (Hoyos, 2005).

Todos los géneros cinematográficos se pueden emplear como recurso didáctico en el aula de ciencias, pero sin duda es la ciencia ficción el género que más contribuye a la educación científica. La ficción y la ciencia son mundos compatibles, el primero se alimenta de la realidad y la ciencia necesita del ingenio e imaginación para avanzar (Moreno & José, 2009).

Se puede emplear el cine y las series incluso cuando presentan ideas contradictorias, hecho muy extendido dentro de la ciencia ficción, alejadas de la realidad científica sin correlación alguna con las leyes que rigen el universo. En ocasiones, la búsqueda de espectacularidad en ese

género, sobre todo, hace que se especule con teorías reales; las imágenes pueden estar bien o mal fundamentadas.

Las historias cinematográficas en múltiples ocasiones maltratan la ciencia, dan una visión negativa muchas veces de manera muy sutil, otras veces menosprecian a los científicos o dan una imagen de ellos maléfica y distorsionada, la labor del docente al respecto es mitigar esos prejuicios desde la razón. Por último, hay que comentar que también existen escenas donde se vapulea la repercusión de los logros y avances en la sociedad y medio ambiente. Inevitablemente el espectador termina asumiendo como válido y real aquellas ideas que ve una y otra vez promulgadas en estos medios. Asumimos como válida esa información equívoca y la acoplamos a nuestros pensamientos. Para romper estos estigmas es necesario analizar el material audiovisual desde un punto de vista crítico y que los alumnos reflexionen sobre sus ideas previas (García-Borrás, 2006), la necesidad y la contribución de grupos de investigadores y científicos en la consecución de un mundo mejor.

Trabajar sobre los errores conceptuales de los argumentos, los efectos especiales o las escenas de acción mejoran la interpretación de la realidad y se pueden considerar un recurso positivo cuando el estudiante es capaz de aprender y modificar aquellas asunciones mal construidas. El valor añadido es el nivel de atención y consecuentemente de interés y motivación como ya se ha referenciado en múltiples ocasiones (Efthimiou & Llewellyn, 2003).

La ciencia ficción puede ser el vehículo que acerque a los estudiantes la realidad de las nociones científicas en comparación con sus propias ideas previas. Los adolescentes presentan gran facilidad de abstracción y elaboran sus propias concepciones futuras cercanas a mundos de fantasía. La ciencia ficción pueden derrumbar estas fronteras que sus mentes crean de forma confusa.

Hace más de dos décadas aparecía en la contraportada del libro *De King Kong a Einstein: la física en la ciencia-ficción* un alegato hacia la ciencia ficción:

*“La ciencia-ficción es un poderoso vehículo con el que pueden traspasarse incluso los límites de la imaginación humana. Permite entrever el sueño de la inmortalidad, hace posible el viaje espacial a distantes sistemas estelares o visitar el pasado de la Tierra. Un vehículo de exploración que, de la mano de mitos del género como Frankenstein, Superman o Terminator, constituye no sólo un mero entretenimiento sino una vía alternativa de aproximación al mundo de la ciencia. La búsqueda de los principios físicos que rigen el universo se convierte así en un reto fascinante, lúdico y sorprendente, a la vez que ejercita el espíritu crítico y conveniente escepticismo. Odiseas en tierras de gigantes, gorilas e insectos colosales; hombres menguantes y universos contenidos en una gota de agua; cruceros por el océano de la noche, recalando en mundos livianos y planetas de gravedad aplastante; improbables superhéroes que sortean los límites de la física; delirios de sabios locos jugando a ser dios con la electricidad; temerarios viajeros en plena cruzada al centro de la Tierra; holocaustos nucleares y tierras anegadas por mares infinitos; naufragos a la deriva por los procelosos corredores del tiempo; cronoseísmos, hiperespacio y agujeros de*

*gusano. Son algunas paradas de este viaje alucinante al mundo de la física.*”(Moreno Lupiáñez & José Pont, 1999).

El empleo del cine y en particular de la ciencia ficción se ha probado mayoritariamente a nivel universitario, existen múltiples propuestas de docentes que imparten clases haciendo uso de literatura o películas con éxito. El recurso sirve como punto de partida de debates y argumentación en la asignatura de Física universitaria en la mayoría de los casos (Palacios, 2007; Quirantes Sierra, 2011). En la enseñanza secundaria y bachillerato su uso es menor, y aunque sean ejemplos aislados sí existen datos suficientes sobre los beneficios alcanzados (Pérez, M. F. P. & Matarredona, 2015; Retamosa, 2004). La rama de la química se camufla en la mayoría de las ocasiones entre imágenes, sin diálogos tan explícitos ni hechos representativos o poco perceptibles para los alumnos a estas edades. Trabajar en el aula implicará un mayor esfuerzo de búsqueda y selección del soporte audiovisual pero no es imposible (Fernández & Granda, 2012).

Uno de los primeros estudios que se han realizado de la percepción de alumnos y profesores sobre el uso de la ciencia ficción (Pérez, M. F. P. & Matarredona, 2012), parte de la necesidad de conocer con detalle que entiende el estudiante cómo ciencia ficción, qué conocen de este género y la imagen que proyecta este medio sobre la ciencia, los científicos y la visión de futuro. La opinión de los profesores sobre la ciencia ficción como recurso ocupa parte de la investigación. Por último, los autores ven necesaria una revisión de los libros de texto, ¿emplean la ciencia ficción como apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje? Los datos recogidos concluyen que los estudiantes analizados están más familiarizados con el cine de ciencia ficción que con las series. Les gusta e interesa el género y sobre la visión que tienen de la ciencia por la influencia de la ciencia ficción, la mayoría de los alumnos hablan de la escasa visibilidad a pesar de la gran presencia que tiene la ciencia en las obras de ciencia ficción. Las ideas sobre los científicos son exageradas y en ocasiones desfavorables, no podemos ignorar la visión perversa e interesada que este género proyecta de la actividad científica y sus colaboradores.

Sin lugar a duda, hay multitud de material audiovisual que nos aproxima a la ciencia y la presenta de manera divertida, accesible a toda la comunidad y no sólo destinada para los cerebritos de la clase. *The Big Bang Theory*, *Breaking Bad* o *Lost in Space*, por mencionar series de la última década que han acercado el mundo de la Física y Química al gran público sin restricción a unos pocos eruditos. Películas de gran repercusión como *Las Aventuras de Tadeo Jones* (2012) han servido para divulgar la ciencia entre los más pequeños con el apoyo y colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. No debemos dar la espalda a esta realidad, el mundo audiovisual está repleto de referencias científicas. Acción implica movimiento y por lo tanto cinemática. Un tema recurrente son los viajes espaciales, *Gravity*, *Marte* o *Interstellar* con referencias a lo largo de la película de física moderna: agujeros de gusano, dilatación del tiempo (relatividad). Sin olvidarnos de los caminos de “la fuerza” de la saga de *Star Wars*. Cine de hoy y de ayer que nos enseñan un mundo real o ficticio con el que trabajar en el aula desde la observación y el entretenimiento. Parece que detectar hechos e imágenes relacionados con la Física en el cine es habitual, pero el papel de la química por ejemplo está presente en muchas escenas de *Bones*, serie basada en la ciencia forense bien documentada y que trata problemas tanto químicos, físicos como biológicos. En la película *El*

*club de la lucha* se detalla el proceso de saponificación para obtener jabón, las escenas son extraordinarias por su claridad en la fabricación.

Según investigaciones realizadas (Pérez, M. F. P. & Matarredona, 2015) el mundo audiovisual mejora la interpretación de hechos y conceptos. Ayuda a ampliar el conocimiento generando un clima en el aula distendido. Los alumnos participantes, pertenecientes a diferentes cursos: 2º de ESO, 3º de ESO y 1º de Bachillerato, hacen los siguientes comentarios: “se aprende mejor”, “se aprende y se memorizan los conceptos más fácilmente”. En el mismo estudio se ha considerado la opinión de profesores en activo, valorando que la visualización de fragmentos de películas de ciencia ficción facilita la detección y corrección de los errores presente en los filmes, mejora la adquisición de conocimientos científicos y puntúan notablemente el incremento de interés de los alumnos por la ciencia. Sin embargo, no ven tan claro que este recurso familiarice a los estudiantes con la metodología científica. Las voces más críticas exponen que las imágenes son insuficientes por sí solas para fomentar el método científico. Incluso del análisis de los datos recabados se aprecia cierta tendencia de los profesores de ciencias por las clases donde se trabajan contenidos conceptuales reduciendo los procedimentales y la relación entre ciencia-tecnología-sociedad (CTS).

En definitiva, debemos comenzar a cambiar esta tendencia de un alumno pasivo frente al aprendizaje, cualquier medio audiovisual es un buen acicate para adquirir conocimientos científicos, trabajar sobre contextos motivadores e incrementar el interés.

#### *4.1 Propuestas de trabajo en el aula*

Se realizarán visionados de fragmentos o secuencia de películas o series de TV (Quirantes Sierra, 2011). En primer lugar, hay que aclarar que según la *Ley 21/2014, de 4 de noviembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril y la Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil* se permite el uso y la reproducción de material audiovisual con fines educativos y de investigación científica según consta en el Artículo 32.2 de la citada Ley.

Existe la posibilidad de realizar visualizaciones completas de películas o capítulos de series, en este caso la falta de tiempo y la necesidad del cumplimiento de todos los contenidos del currículo haría incompatible la propuesta con el ritmo del trimestre. Proyectar una película en el aula supondría invertir al menos dos sesiones de 50 minutos en el mejor de los casos más una tercera para trabajar sobre el contenido del celuloide. Es decir, generar debates, opinión y poner en práctica la propuesta didáctica. Si bien, la idea de ver una cinta íntegra favorece otro tipo de competencias y despierta no sólo conocimiento científico si no también ayuda a facilitar reflexiones sobre otros temas transversales en educación. Sin duda alguna, la mejor manera de disfrutar es mediante su visualización íntegra y sin cortes. Para poner en práctica el recurso genuino se debería contar con la buena predisposición de los alumnos y que llevarsen a cabo la visualización total de las películas en horas extraescolares. Debido a las características de los adolescentes delegar una carga de trabajo de esta índole en horas no lectivas supondría casi seguro el fracaso de un recurso con un gran potencial educativo.

La otra opción planteada sería trabajar con series. Visualizar un capítulo íntegro puede provocar cierto desconcierto en los estudiantes pues son desconocedores de la trama y de la esencia del audiovisual. No podemos desdeñar que generalmente las series implican una secuencia de capítulos progresivos con una continuidad en el guion entre ellos. Este hecho puede ser negativo a la hora de usar capítulos individuales de series.

Para adaptar el recurso a la etapa educativa, al tiempo y al contexto se toma la decisión de emplear fragmentos o secuencias que se presentarán en cada una de las sesiones y antes de la visualización, el docente realizará una breve introducción del tema. Además, se facilitará al estudiante ciertos datos técnicos de la película o serie con la que disfrutará de información específica.

Las actividades se han diseñado considerando tanto los contenidos fácticos como los procedimentales de la asignatura de Física y Química. Además, es importante el análisis de la actitud del alumnado hacia la ciencia, la motivación y curiosidad. Se emplean el cine o las series de ficción para explicar y profundizar sobre diversos campos. El uso de escenas mal planteadas y con errores técnicos y científicos a lo largo de las sesiones tiene gran utilidad didáctica como ya se ha señalado en ocasiones anteriores. El efecto de enseñar lo absurdo de una ley o principio mal aplicado aporta un mayor beneficio y reflexión que mostrar la aplicación de manera correcta. Los alumnos contextualizan el efecto y retienen mejor la esencia del concepto. En definitiva, el medio audiovisual sirve de soporte de múltiples conocimientos y favorece la comprensión de ciertos fenómenos abstractos.

El éxito en la implementación del recurso como material de ayuda viene determinado por una buena o mala selección de las secuencias. Aunque en primer lugar se deben plantear los contenidos que deseamos tratar a través de los fragmentos seleccionados y el momento de su visualización. La proyección se realizará a lo largo de la unidad, es conveniente que el alumno tenga unos conocimientos previos para detectar la relevancia científica puesta de manifiesto en la secuencia. De esta manera se intercambia información a lo largo de la sesión y se alternan las clases más teóricas con el visionado de las escenas como apoyo, realizando ejercicios si es conveniente y generando debate para conseguir dinamizar la clase. En conclusión, la proyección intermedia es la preferida pues el estudiante habrá adquirido un marco referencial mínimo gracias a la introducción de la unidad y los conceptos necesarios para profundizar sobre ellos.

En resumen, un buen diseño conlleva una reflexión sobre qué se pretende enseñar y cómo conseguirlo. En primer lugar, se plantean los objetivos, que además de motivar, crear curiosidad e interés están enfocados a que aprendan a interpretar los conceptos e interrelacionarlos con su entorno. En definitiva, se trabajará sobre contenidos que aparecen dentro del currículo y en consonancia con la programación de la asignatura de Física y Química. Se marcan los objetivos intentando ser lo más realista posible además de evaluables. El diseño de este recurso es bastante flexible, pero es conveniente fijar ciertos criterios para unificar las actividades (Retamosa, 2004):

- Justificar la selección y el uso de la secuencia audiovisual (cine o serie).
- Plantear objetivos a todos los niveles.
- Contenidos.

- Actividades.
- Material de apoyo.
- Temporalización.
- Evaluación.

Un punto crítico es la selección de la película o serie. El material fílmico se debe elegir en función de la disponibilidad, la calidad cinematográfica y teniendo en cuenta los gustos de los estudiantes. Por la edad de los estudiantes entre 12-16 años podemos asumir que la ciencia ficción y las películas de acción son los géneros que más se aproximan a sus preferencias y por lo tanto ahí tendremos una baza motivacional que debemos considerar. Para trabajar con el recurso de cine se debe realizar una ficha técnica y artística de cada fragmento o secuencia donde queden reflejados los datos específicos y concretos como el título, capítulo, género, escenas, minutos seleccionados del corte que se visualizará, sinopsis, director y se reflejará si es necesario alguna particularidad u objeción.

Y como se ha comentado evaluar los logros alcanzados gracias al cine como recurso es esencial para corregir los defectos de su puesta en escena. Se recurre a una evaluación formativa (García-Borrás, 2009; Martínez et al., 2005), siendo interesante observar las distintas reacciones durante la proyección y analizando los comentarios e intervenciones en el aula, la reflexión que cada estudiante realiza y la asimilación de conceptos. Otra manera de conocer el impacto real es mediante la revisión de las anotaciones y ejercicios propuestos realizados en el cuaderno del alumno a modo de portfolio.

A continuación, se detalla una muestra del recurso didáctico basado en el medio audiovisual tanto para 2º de ESO como para 4º de ESO. Se realizan las especificaciones que se consideran necesarias para un buen desarrollo de las sesiones planificadas y otros detalles que se han considerado necesarios.

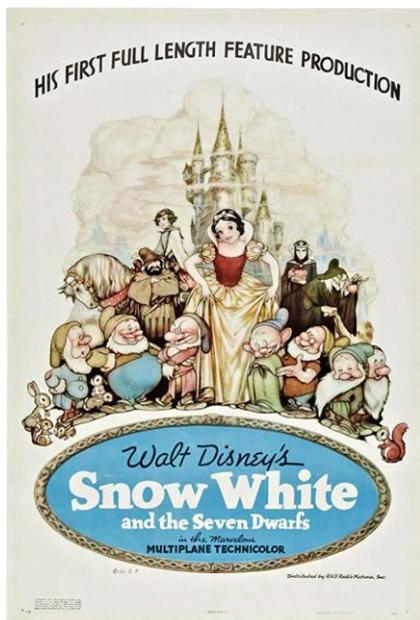
#### **4.1.1 Fragmentos audiovisuales como recurso en 2º de ESO**

Se plantea el recurso con tres escenas donde se presentan distintos métodos de separación, destilación (Blancanieves), decantación (Colmillo Blanco) y centrifugación (Aquel Ritmillo). La intención es que sea lo más fluida posible y por ello las secuencias que se proyectan son breves. La idea es visualizar cada una ellas y a continuación comentar las imágenes desde un punto de vista crítico sin caer en el tedio.

Se presentan las fichas técnicas<sup>1</sup> de cada fragmento y un breve resumen de la secuencia detallando que interesa que perciba el estudiante. Las cuestiones que se plantean son comunes a todos los fragmentos y se presentan en el apartado de [tareas y actividades](#).

---

<sup>1</sup> Información obtenida y disponible en: <https://www.filmaffinity.com/es/main.html> y en: <https://www.imdb.com/>.



**Título original:** Blanca nieves y los Siete Enanitos

**País:** Estados Unidos.      **Año:** 1937

**Duración:** 83 minutos    **Secuencia:** 9:20-11:31

**Dirección:** David Hand

**Guion:** Ted Sears, Otto Englander, Earl Hurd, Dorothy Ann Blank, Richard Creedon, Dick Richard, Webb Smith, Ted Sears (Cuento: Wilhelm Grimm, Jacob Grimm)

**Música:** Leigh Harline, Paul J. Smith, Frank Churchill

**Fotografía:** Animación

**Reparto:** Animación    **Productora:** Walt Disney Productions

**Género:** Animación, fantástico, musical.

**Sinopsis película:** La madrastra de Blancanieves, Reina del lugar, quiere deshacerse de la joven porque no tolera ni puede aguantar que la belleza de Blancanieves sea superior a la suya. Es un espejo mágico el encargado de dar respuesta a las preguntas de la maléfica Reina. Blancanieves consigue salvarse y se refugia en la cabaña de los siete enanitos. A pesar de todo, su cruel madrastra, transformada en una vieja bruja pordiosera consigue encontrarla y la envenena con una manzana ponzoñosa. La princesa no está muerta, sólo dormida, a la espera de que un Príncipe Azul la rescate mediante un beso de amor verdadero.

**Sinopsis secuencia:** La madrastra muy enfadada por el engaño de uno de sus secuaces decide convertirse en una vieja bruja para engañar y acabar ella misma con Blancanieves. Para conseguir la transformación la malvada madrastra hace una poción en el laboratorio del lúgubre palacio. Se observan en la elaboración del brebaje cambios de estado, algo similar a una destilación, mezclas de líquidos con cambios de color, disoluciones. El material de laboratorio es bastante veraz y próximo al que hoy se continúa empleando. Al final de la escena y tras beber la poción la esbelta Reina se convierte en la anciana que dará la manzana envenenada a la joven y bella Blancanieves.



Figura 1 Escenas de la secuencia seleccionada de Blancanieves



**Título original:** Aquel Ritmillo

**País:** España      **Año:** 1995

**Duración:** 15 minutos    **Secuencia:** 3:47-6:46

**Dirección:** Javier Fesser **Guion:** Javier Fesser

**Música:** Jaime Barella

**Fotografía:** Javier Aguirresarobe

**Reparto:** Luis Ciges, Victoriano Romera, Alberto Fesser, Jaime Barella, Pablo Pinedo

**Productora:** Películas Pendleton

**Género:** Comedia.

**Sinopsis cortometraje:** Un hombre recluso en una residencia hace una revisión de sus inolvidables años de juventud. Le gustaba bailar, poseía un singular sentido del ritmo, no caminaba si no flotaba y además tenía una intuición especial además de mucho carisma. Gracias a ello consiguió ser detective inspector-jefe de la más famosa casa de electrodomésticos Prim.

**Sinopsis secuencia:** El inspector jefe visita un antiguo cliente, Torcuato, que ha dejado de pagar las mensualidades de una super lavadora Prim Centrifugador 2000. La casa de Torcuato es particular, en ella hay multitud de electrodomésticos, sistemas de poleas conectados a la puerta, trampas en cadena que se activan con las tapas de la cafetera y tetera. La escena se centra en un interrogatorio a Torcuato, en él se le reclama el pago de la deuda de la lavadora. El electrodoméstico entra en acción en una escena delirante pues debido al proceso de centrifugación camina por el pasillo y da pequeños saltos. El diálogo es ágil, ingenioso y la escena en sí es muy ilustrativa.

El fragmento está cargado de humor y que mejor ingrediente para la motivación e interés por la ciencia que darle un toque divertido a la actividad es sí.

En esta escena en concreto se podría hacer alusión además del proceso de centrifugación para separar el agua de la ropa, a mezclas como el café, o la preparación de infusiones de té (extracción) pues se presentan en la escena con un plano detalle los aparatos destinados para su elaboración.



Figura 2 Escenas Aquel Ritmillo



**Título original:** Colmillo Blanco

**País:** Estados Unidos. **Año:** 1991

**Duración:** 104 minutos **Secuencia:** 1:00´28- 1:02´48

**Dirección:** Randal Kleiser

**Guion:** Jeanne Rosenberg, Nick Thiel, David Fallon  
(Novela: Jack London).

**Música:** Basil Poledouris

**Fotografía:** Tony Pierce-Roberts

**Reparto:** Ethan Hawke, Klaus Maria Brandauer,  
Seymour Cassel, James Remar, Susan Hogan, Bill  
Moseley

**Productora:** Walt Disney Pictures

**Género:** Aventuras.

**Sinopsis película:** La película es una adaptación del libro de Jack London. En plena fiebre del oro a finales del siglo XIX, tras el fallecimiento de su padre el joven Jack Conroy desembarca en Alaska para cumplir el último deseo de su progenitor, encontrar oro en el peligroso valle de Yukon. Se enfrentará a un clima adverso de bajas temperaturas, tormentas y ventiscas. En esta localización entablará una relación especial con un perro- lobo, Colmillo Blanco.

**Sinopsis secuencia:** En el fragmento de la película seleccionado Jack y su compañero Alex, rehabilitan la vieja mina de oro familiar del joven. En la secuencia aparece el proceso de decantación del metal valioso a la vieja usanza. Imágenes esclarecedoras del método de separación fácil de interpretar por el alumnado.



Figura 3 Escenas Colmillo Blanco

Se trabajará con las escenas cinematográficas a modo collage, en cada uno de los fragmentos se puede observar un método de separación relacionado con un proceso más o menos cotidiano o al menos reconocible para el alumnado en general, como se ha comentado anteriormente. También se pueden ver aparatos o accesorios que se emplean para separar, además de acercar al alumnado múltiples mezclas que deberán identificar como homogéneas o heterogéneas, disoluciones y sustancias puras. Se procede a la visualización una vez abordada la carga más teórica de los conceptos mezcla, sustancia pura y métodos de separación en función de las propiedades de las sustancias que las componen. Se valorará positivamente que hagan

referencia al material necesario. En definitiva, en este caso concreto se plantea una breve actividad con el objetivo de conocer la aceptación y la eficacia del recurso en los cursos más tempranos de la Educación Secundaria Obligatoria.

Se pretende despertar y activar gracias a las imágenes en movimiento el pensamiento crítico, la capacidad de relacionar conceptos con procesos y actividades comunes. El estudiante en ocasiones no percibe la utilidad y aplicación de la química en su día a día y es un mero repetidor de ejercicios tipo.

Se visualizará cada una de las secuencias y se debatirá sobre la escena, desgranando, identificando y haciendo alusión al fundamento teórico del hecho en sí. Se emplearán las imágenes para que enumeren más procesos de separación que identifiquen claramente y conozcan.

Las escenas seleccionadas están adaptadas a la edad del grupo objetivo. Es una evidencia que en todos los casos el año de publicación queda lejos del año 2020 sin embargo se trabajan con películas de una productora como Walt Disney que es un referente en la cultura cinematográfica internacional, atemporal y un icono en la animación, innovación y adaptación a la nueva tecnología. Por otro lado, siempre es positivo poder proyectar un fragmento de un cortometraje fundamentado en el sentido del humor y cuyo director ha tenido numerosos reconocimientos. De manera paralela al propio proceso de aprendizaje de contenidos se pretende abrir los ojos a los alumnos para que sepan apreciar el cine de otras épocas, clásicos, dibujos animados y comedia sutil, ágil e ingeniosa tanto de dirección nacional como internacional.

#### *4.1.1.1 Justificación*

La propuesta se realiza desde el punto de vista de la mejora de la motivación y el interés. Diferenciar entre mezclas y sustancias puras parece simple para alumnos de cursos superiores, pero en 2º de ESO no muestran referentes claros. Es la primera vez que estudian Física y Química como asignatura, si bien han tratado el tema en 5º Curso de Primaria en Ciencias Naturales.

La propuesta de la actividad viene justificada por la necesidad de facilitar la asimilación de dicha información y conocer si es más efectiva que la metodología tradicional. Para ello, se emplean fragmentos cinematográficos de corta duración donde se pueden identificar diferentes métodos de separación o instrumentos empleados con ese fin.

Se analizará la buena aceptación o no, del recurso planteado con cine que a priori es poco cercano a estudiantes de entre 12-14 años.

#### *4.1.1.2 Objetivos de la tarea*

Diferenciar mezclas y sustancias puras.

Identificar métodos de separación de mezclas.

Activar los conocimientos previos y conectarlos con los nuevos buscando utilidades reales en el día a día.

#### 4.1.1.3 Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Se recoge en la siguiente tabla los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que se desarrollarán a lo largo de la actividad diseñada. Se detalla en función de lo establecido en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo en relación con el currículo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria.

<b>BLOQUE 2 LA MATERIA (14 semanas)</b>		
<b>Contenido</b>	<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
Sustancias puras y mezclas. Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas.	4. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas (homogéneas y heterogéneas) y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés. 5. Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla homogénea y heterogénea.	4.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas, heterogéneas o coloides. 5.1. Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.

#### 4.1.1.4 Tareas y actividades

La actividad se lleva a cabo desde un punto de vista cualitativo. Los estudiantes tan sólo deberán contestar a las siguientes preguntas en función del fragmento visualizado y analizar las escenas gracias a un diálogo abierto.

¿Has identificado algún método de separación de mezclas? ¿o algún utensilio, aparato o instrumento que se use para separar? ¿Porqué? ¿Qué tipo de mezcla es: homogénea o heterogénea? ¿Se observa alguna disolución? Pon algún ejemplo más sobre métodos de separación que conozcas.

#### 4.1.1.5 Competencias

Competencia matemática y competencias básicas de ciencia y tecnología (CMCCT): se favorece la relación de la ciencia con procesos cotidianos. Actividades que por la cotidianeidad de la acción el estudiante no le atribuye ninguna conexión con la asignatura de Física y Química. El alumno deberá ver las escenas como un espectador con criterio de científico para encontrar así las referencias a los diferentes métodos de separación de mezclas.

Competencia social y cívica (CSC): se trabaja desde el conocimiento científico y la realidad del medio, que el alumno sea capaz de adquirir un criterio fundamentado para mejorar el bienestar personal y el colectivo. Ayudará al estudiante a participar activamente en la toma de decisión. Se pretende con ello encaminar la educación a contribuir en la formación de futuros ciudadanos comprometidos, capaces de solucionar conflictos de forma racional y reflexiva, desde la tolerancia y el respeto.

#### *4.1.1.6 Temporalización*

La tarea planteada durará aproximadamente 20 minutos, se pondrá en práctica dentro de una sesión de 50 minutos en el aula. Es conveniente realizarla al final de la sesión para que el debate sea fluido y sin un control exhaustivo del tiempo más que el sonido de la sirena que marca el final de la clase. La unidad en la que está incluida la propuesta se impartirá a lo largo de 3 semanas, un total de 9 sesiones.

#### *4.1.1.7 Material*

No es necesario material específico, tan sólo un proyector o pizarra digital. Si fuese necesario se realizarían apoyos en pizarra tradicional.

#### *4.1.1.8 Evaluación*

La evaluación será formativa basada en la observación del docente. Se anotan las actitudes de los alumnos, sus interpelaciones y diálogos. El debate que se genere en el aula es el elemento nuclear de evaluación. La contribución de cada uno de los estudiantes se tendrá en cuenta y por lo tanto sus aportaciones constructivas serán siempre bienvenidas. Es importante que el profesor se muestre activo a la hora de iniciar la reflexión de las imágenes para tener una idea clara del grado de entendimiento real. El cuaderno se evaluará y servirá de portfolio de las actividades relacionadas con el recurso cinematográfico. Es un instrumento donde se recogen las evidencias y reflexiones del alumno, sus mejoras y avances de aprendizaje. En definitiva, se recopila el proceso educativo en un documento. El alumno es partícipe de sus logros o fracasos pues el portfolio no sólo es un elemento evaluador para el docente también lo es para el aprendiz. El estudiante debe autoevaluar lo que en él recopila. Se valorará la repercusión del recurso a nivel motivacional y actitudinal mediante los cuestionarios del apartado relacionado con el [diseño](#).

#### 4.1.2 Fragmentos audiovisuales como recurso en 4º de ESO

**Título original<sup>2</sup>:** Stranger Things

**País:** Estados Unidos.

**Año:** 2016

**Temporada:** 1      **Capítulo:** La bañera

**Duración:** 42 minutos      **Secuencia:** 22:00 al 32:00.

**Dirección:** Matt Duffer (creador), Ross Duffer (creador), Shawn Levy, Andrew Stanton  
Rebecca Thomas.

**Guion:** Matt Duffer, Ross Duffer, Jessica Mecklenburg, Justin Doble, Alison Tatlock y Jessie Nickson-Lopez.

**Música:** Kyle Dixon, Michael Stein

**Fotografía:** Tim Ives, Tod Campbel.



**Reparto:** Winona Ryder, David Harbour, Matthew Modine, Finn Wolfhard, Millie Bobby Brown, Gaten Matarazzo, Caleb McLaughlin, Natalia Dyer, Charlie Heaton, Noah Schnapp, Cara Buono, Joe Keery, Rob Morgan, John Reynolds, Joe Chrest, Ross Partridge, Mark Steger

**Productora:** Netflix/21 Laps Entertainment

**Género:** Ciencia Ficción

**Sinopsis Temporada 1:** A raíz de la desaparición de un niño, Will, un pueblo ficticio de Indiana, Hawkins, desvela un misterio relacionado con experimentos secretos, fuerzas sobrenaturales, el otro lado y una niña muy extraña (con poderes telequinéticos). En la búsqueda tanto familiares, amigos y hasta el sheriff del lugar se ven envueltos en un enigma extraordinario. Homenaje a los años 80 y con claras reseñas al cine de Spielberg.

**Sinopsis Capítulo La Bañera:** Conocedores de lo que están tramando los niños, los trabajadores del laboratorio Hawkins deciden frenar los avances de Once (niña extraña) y sus amigos e ir a por ellos, sin ningún resultado positivo. Es entonces cuando, después de que la situación se vaya haciendo más compleja, se unen en casa de Joyce tanto Hooper (sheriff) como Nancy y Jonathan (familia) además de los chicos con el fin de avanzar y destapar toda la verdad. Así, con la escuela de secundaria como escondite, deciden explotar al máximo las capacidades extrasensoriales de Once mediante una bañera que hará de portal con esa dimensión paralela en la que Will (niño desaparecido) cada vez encuentra más difícil sobrevivir.

La selección de esta serie se realiza por la buena acogida que tuvo desde su primera emisión en el mundo de los adolescentes y de los amantes de la ciencia ficción. Imagen muy cuidada con un ritmo trepidante, con la ciencia y la tecnología siempre de telón de fondo. La cercanía de los

---

<sup>2</sup> Información disponible en: <https://www.filmaffinity.com/es/film745751.html> y en: <https://www.netflix.com/browse>.

protagonistas puede ser un factor crucial para alcanzar el objetivo del trabajo. A lo largo de los diferentes capítulos se hace referencia a cuestiones y conceptos que forman parte del contenido del currículo de secundaria y bachillerato. En concreto se emplea una imagen del capítulo 7 de la primera temporada pues hace alusión a la flotabilidad. Tan fácil como tener un huevo y sal para comprobar la flotabilidad y la aplicación del principio de Arquímedes.

Escena esclarecedora, fácil de recordar por lo simple del guion y la imagen que se muestra. Proceso que ilustra como el aumento de la densidad por adición de sal común modifica la flotabilidad de un elemento tan accesible como un huevo.



En la secuencia que dura aproximadamente 10 minutos, se pone en contexto la situación que está viniendo el grupo de protagonistas. Quieren generar un portal para que Once contacte con Will en el mundo del revés gracias a sus poderes extrasensoriales. El profesor de ciencias da las pautas

para crear el portal idóneo. Es necesario para conseguirlo construir una bañera o tanque de privación sensorial con una disolución salina de alta concentración. La disolución se debe prepara con 700 kg de sal en un volumen correspondiente al agua que entra en una piscina infantil y a una temperatura concreta. Los chicos con ayuda de los adultos se ponen manos a la obra en el pabellón deportivo del colegio de Hawkins. En el círculo central de la cancha de baloncesto sitúan la piscina infantil, la llenan de agua a la temperatura recomendada midiendo con la ayuda de un termómetro, variando agua caliente y fría. Van añadiendo sal mientras Dustin comprueba con un huevo si la concentración es suficiente. En el primer intento el huevo se hunde sin embargo tras echar más sal prueba si esta vez flota o no el huevo. ¡Eureka! La cara de Dustin pone de manifiesto el éxito, la bañera ya está preparada para emplearla como portal. La secuencia finaliza cuando Once se introduce en ella, mediante un plano cenital se aprecia como flota la niña dentro de la piscina y se percibe su ubicación en el espacio, esta imagen nos ayudará para dimensionar la piscina en la actividad planteada.

Aplicación de la teoría para comprobar la concentración de una disolución o desde otro punto de vista para analizar cómo aumenta la densidad de una disolución y sus efectos relacionados con la hidrostática. El momento que se refleja en el fragmento seleccionado activa los conceptos previos de los alumnos y se pretende que a través de la imagen se conecten con los nuevos contenidos del currículo.

En la secuencia hay un buen mensaje de fondo como es la curiosidad de los protagonistas, un grupo de adolescentes que adoran la ciencia y eso se pone manifiesto a través de los diálogos que tienen a lo largo del fragmento. Un ejemplo de ello es la explicación que Dustin hace de la variación del campo magnético terrestre debido a la presencia de un campo electromagnético forzado presente en el laboratorio de Hawkins, donde se encuentra la entrada al portal real “del mundo del revés” o el otro lado.



de la Física), pero principalmente es alentador ver en imágenes la pasión por conocer, descubrir y aprender ciencia del grupo de amigos.

El gusto por la ciencia y la tecnología está permanentemente presente en el fragmento seleccionado. Se pone de manifiesto en la escena de la llamada telefónica al profesor de ciencia



en busca de ayuda y pautas para la construcción de la bañera. En su transcurso se hace alusión a no dejar de ser curioso y la necesidad de abrir todas las puertas a la indagación. Además, el profesor paciente explica de forma didáctica y adaptada a los chicos como elaborar el puente mediante el tanque de privación sensorial informando de la necesidad de la presencia de un adulto para que la experiencia transcurra sin incidentes.

El eje central de la serie se asienta en la posibilidad de viajar de una dimensión a otra gracias a un agujero de gusano y así alcanzar un universo desconocido, una versión idéntica de nuestro mundo, pero oscuro y pegajoso. Se puede usar el mismo fragmento en cursos avanzados, 2º de Bachillerato (Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad, Fronteras

de la Física), pero principalmente es alentador ver en imágenes la pasión por conocer, descubrir y aprender ciencia del grupo de amigos.

#### 4.1.2.1 Justificación

En definitiva, muchas referencias en una secuencia tan breve que puede ser el punto de partida de múltiples coloquios e incluso el punto de inflexión para aquellos alumnos que ven la asignatura de Física y Química descontextualizada y sin conexión con la vida cotidiana, aburrida y un mero trámite. Es verdad que estamos hablando de una serie de ciencia ficción que en ocasiones roza la fantasía y mucho, sin embargo, lo relacionado con las leyes, principios y conceptos físicos están aplicados con realismo y rigor científico en la mayoría de las ocasiones. Referente de divulgación científica.

#### 4.1.2.2 Objetivo de la tarea

Dentro de los objetivos generales está la mejora de motivación e interés y dentro de los específicos:

- Comprender por qué y cómo flotan los cuerpos. Principio de Arquímedes.
- Relación de conceptos antes, durante y después de la aplicación del recurso.

#### 4.1.2.3 Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Se detalla a continuación contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizajes evaluables que se trabajaran desde el fragmento visualizado. Este epígrafe está basado en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, donde se refleja y establece el currículo, se regula la implementación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en Castilla y León.

BLOQUE 2 EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS (10 semanas)		
Contenido	Criterio de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Principio de Arquímedes. Flotabilidad de objetos.	13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.	13.5. Predice la mayor o menor flotabilidad de objetos utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes.

El contenido principal y que forma parte del currículo de 4º de ESO es el anteriormente expuesto, sin embargo, para que la tarea sea integral y transversal se activarán contenidos de cursos anteriores como la solubilidad, concentración o la densidad que forman parte de los contenidos de 2º de ESO y de 3º de ESO.

#### 4.1.2.4 Tareas y actividades

Tras ver el fragmento seleccionado, se anima al grupo de alumnos a verbalizar y comentar que apreciaciones e imágenes tienen que ver con la física y concretamente con la unidad que se está desarrollando.

De esta manera se fomenta el diálogo, el debate y se pretende mejorar la comprensión del fenómeno gracias a las exposiciones de las diferentes interpretaciones.

Se pedirá a los alumnos que intenten explicar por qué el huevo flota en unas condiciones y no en otras. Las fuerzas que intervienen y si es relevante la forma del objeto que emplean para hacer la comprobación.

Por otro lado, se plantea una tarea donde se pondrá en práctica tanto lo aprendido como la capacidad del alumno para estimar las órdenes de magnitudes de diferentes dimensiones. Estos cálculos se denominan estimaciones tipo Fermi, en homenaje al físico Enrico Fermi y por la dificultad que conlleva determinar un valor concreto debido a la limitada información de la que se dispone.

Se anima a los alumnos a realizar los cálculos que verifiquen si el huevo flota o no, en esas condiciones. Partiendo de datos reales aportados por la secuencia como el uso de 700kg de sal común, el resto de los datos se aproximarán en función de las apreciaciones que se hacen en las imágenes.

En primer lugar, se alienta al estudiante a que prediga si parece factible que el huevo flote o no en base a los pocos datos que tiene. Se deben proponer unas pautas para establecer si la escena tiene rigor científico o no. En función de los diferentes planteamientos de los alumnos se dirige el problema mediante preguntas tipo:

¿qué densidad se prevé de la disolución agua y sal? Vamos a calcularla.

¿cómo se puede determinar?

¿mayor o menor que la densidad del agua?

¿qué condiciones se deben dar para que el huevo flote de manera estable?



*Figura 4 Dimensionado de la piscina.*

A partir de aquí se promueve el cálculo de la densidad de la disolución final. Para ello y con la ayuda del profesor debemos estimar la cantidad de agua que hay en la piscina. Nos ayudaremos de las escenas donde aparece la piscina en el interior del círculo central de una pista de baloncesto y mediante aproximación determinaremos el diámetro de la piscina infantil. Asumimos que las dimensiones del círculo central son las referentes a una cancha de baloncesto americana.

En la realidad la medida de la zona central es de 3,6 m. Podríamos escalar el diámetro del tanque midiendo sobre la escena (Figura 4 Dimensionado de la piscina. Por un lado, se mediría el diámetro del círculo central de la pista de baloncesto junto con el diámetro de la piscina. En

definitiva, se ponen en práctica contenidos de la asignatura de matemáticas, el trabajo con escala. Se estima que el diámetro de la piscina es de 2,78 m y a partir de este dato continuamos trabajando. Otra aproximación tipo Fermi se realiza para calcular la altura que alcanza el agua. El procedimiento es similar, se puede enfocar haciendo uso de varias escenas del fragmento seleccionado.



*Figura 5 Aproximación altura de agua.*



*Figura 6 Establecimiento escala: determinación altura de agua.*

Para determinar la profundidad del agua se puede emplear la imagen de Once entrando en la piscina (Figura 5), en ella se aprecia que el líquido alcanza la tibia de la niña aproximadamente cuatro dedos por debajo del final de la rodilla. Otra manera es establecer nuevamente una escala midiendo sobre la imagen (Figura 6) y partiendo del dato real de la dimensión del círculo central (3,6 m). En este caso se aproxima que la altura total es de 50 cm y el agua podría presentar una profundidad de 37 cm. Se hacen aproximaciones empleando escalas, haciendo uso del sentido crítico y de las escenas visualizadas.

A partir de aquí podemos dejar de guiar al alumnado, pues deben ser capaces de calcular la densidad de la disolución final pero antes de proceder una pregunta previa:

¿se pueden disolver 700kg de sal común en ese volumen de agua?

Se puede abrir otro debate y trabajar sobre contenidos de química como es la solubilidad y los factores de los que depende.

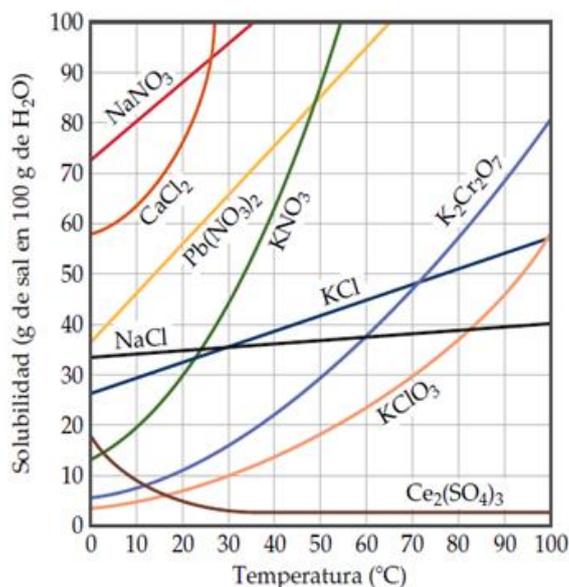


Figura 7 Solubilidad de varios compuestos iónicos en función de la temperatura.

Se facilita una un gráfico (Figura 7), para que los alumnos puedan analizar si la imagen que han visualizado tiene una base científica real, si la disolución está saturada, diluida o sobresaturada. En primer lugar, hay que comentar que la solubilidad de la sal común (NaCl) aumenta con la temperatura con una pendiente positiva muy poco pronunciada.



Figura 8 Medición termómetro

Durante el fragmento se hace alusión a una temperatura determinada, pero en ningún momento se concreta el valor de esta. En una imagen aparece explícitamente un termómetro para medir el valor de la temperatura del agua, a pesar de no ser un plano detalle se intuye que el instrumento de medida marca 40 °C aproximadamente. Además, la niña no muestra síntomas de frío cuando

se baña durante el proceso de acceso al portal del mundo del revés, la dimensión paralela, por tanto, podemos dar como válido ese valor de la magnitud. En este punto se podría plantear otra pregunta:

¿es factible que la temperatura del agua en la bañera sea de 40 °C si la traída es directamente del frigo frío y caliente?

Se puede debatir sobre la viabilidad desde un punto de vista cualitativo sin entrar en cálculos ni plantear problemas numéricos. Tan sólo es interesante conocer la percepción de los alumnos.

A esa temperatura, 40 °C, la solubilidad de la sal común es: 36 gramos de sal por cada 100 gramos de agua.

Así se llega a la conclusión que la disolución no llegaría a estar saturada y por lo tanto toda la sal se disuelve en el volumen de agua. Una vez que los alumnos hallan llegado a esta reflexión realizando los cálculos pertinentes y las estimaciones que consideren necesarias dentro del sentido común y la aproximación a la realidad de los objetos de las diferentes escenas, el docente puede avanzar en la tarea.

Se consigue relacionar conceptos, dar sentido a la transversalidad de los contenidos que se estudian a lo largo de la educación secundaria obligatoria. Se mejora la interrelación de conceptos, leyes y principios, la interdisciplinariedad de las ciencias en general y la sintonía que existe entre la Física y la Química.

Volviendo al tema central que es la relación de la flotabilidad con la densidad, vamos a analizar a través de la secuencia que perciben los alumnos, la aplicabilidad del concepto.

En el fragmento hay dos escenas donde se pone de manifiesto la flotabilidad del huevo. En la primera imagen se aprecia como el huevo se hunde ¿por qué?, mientras que tras añadirle sal en grandes cantidades el huevo flota. Otra pregunta que puede ser interesante es que recapaciten por la posición del huevo en la escena.

El docente debería abrir o continuar con el debate. El objetivo es que sean capaces de relacionar el empuje, el peso, la variación de la densidad con el principio de Arquímedes. Sería interesante plantear un problema para que calculen el volumen del huevo que queda sumergido. Para ello tan sólo sería necesario dar algún dato extra.

Determina el volumen sumergido del huevo considerando los valores preestablecidos mediante estimación si asumimos que la masa del huevo es de 65 gramos. Según el volumen sumergido del huevo ¿tiene rigor científico la imagen vista?

Por último, resulta evidente que el huevo tiene la posibilidad de flotar en el eje horizontal o en eje vertical ¿es verosímil que el huevo flote según se observa en la escena? ¿Por qué? ¿De qué depende?

#### 4.1.2.5 Competencias

Competencia lingüística (CL): favorecido por los diálogos que surgen en el entorno del fragmento visualizado. El debate, la exposición de ideas y contrastarlas con el resto de los alumnos ayudará a comprender la realidad que nos rodea y su aplicación real.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT): aplicación directa de herramientas matemáticas para interpretar y describir distintos fenómenos. La ciencia

y tecnología está permanentemente presente en el propio recurso, un medio audiovisual. Se favorece la observación y la reflexión sobre el contenido científico.

Competencia de aprender a aprender (AA): dar al estudiante la posibilidad de aprender con metodologías activas mejora la visión que tiene sobre la asignatura de Física y Química. Se pretende que desarrolle habilidades para que interactúe con el mundo que le rodea desde el conocimiento, contribuyendo al pensamiento lógico y crítico, a la construcción de un marco teórico que le permita interpretar y comprender la naturaleza y la sociedad con la que interactúa.

#### 4.1.2.6 Temporalización

El bloque 2, movimiento y fuerzas, se trabajará durante 10 semanas. En particular la unidad Fuerzas en los Fluidos se impartirá a lo largo de 3 semanas un total de 12 sesiones de 50 minutos.

La actividad se realizará en una sesión ordinaria de 50 minutos en el aula donde se imparte clase de manera habitual. Durante los primeros 5 minutos se realiza una introducción a la actividad y se repasa el principio de Arquímedes y las condiciones de flotabilidad a nivel cualitativo, que es la línea de flotación, la fuerza ascensional en un fluido entre otros. Los 10 minutos siguientes se emplearán para la visualización del fragmento seleccionado. A continuación se destina el resto de la sesión a trabajar, debatir, plantear dudas y dar respuesta a las preguntas que el profesor plantea. En los últimos 5 minutos se recopila la información necesaria de las opiniones y sensaciones de los estudiantes. Se tratará de detectar la profundidad del conocimiento adquirido repasando los conceptos nuevos.

#### 4.1.2.7 Material

Es necesario un proyector, ordenador portátil, pizarra digital o reproductor para visualizar correctamente la serie y trabajar sobre las imágenes proyectadas.

No sería necesario otro tipo de material de apoyo más que el habitual de un aula de secundaria:

- Pizarra y tiza.

#### 4.1.2.8 Evaluación

Se recurrirá a la observación gracias a una evaluación formativa para contribuir a la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La participación del alumnado, su interpretación de las imágenes y capacidad de relacionarlas con los contenidos además de comprender la teoría. Este tipo de evaluación posibilita actuar sobre el estudiante cuando se producen errores. Se observa con claridad la evolución en la trayectoria del alumno entre el punto de partida y las ideas previas hasta la situación final del aprendizaje. La evaluación formativa es continua, se puede apoyar además en la revisión de los cuadernos o apuntes, a modo de portafolio. Siendo no sólo

útil para el docente sino también para el alumno pues podrá tener una colección de documentos donde se refleja su esfuerzo, progreso y reflexión alcanzada.

La observación es una buena herramienta para apreciar el grado de motivación e interés que suscita el recurso en el clima del aula.

Por otro lado, y como el fin es conocer la motivación y las actitudes del alumnado frente a la asignatura de Física y Química se realizarán los cuestionarios pertinentes y detallados en la sección [Cuestionario final motivación/interés](#).

## **5 Laboratorio por descubrimiento: pequeños experimentos**

¿Cuántos alumnos asisten con asiduidad al laboratorio durante su etapa formativa obligatoria? Seguro que muchos de ellos no han pisado esta estancia o si lo han hecho en alguna ocasión ha sido de manera puntual e insuficiente. Aquellos estudiantes que sí han disfrutado de horas de prácticas experimentales tienen una particularidad en común, ven el trabajo que se desarrolla en el laboratorio desligado de la teoría, los principios y las leyes. La unión de teoría y prácticas en el laboratorio debería favorecer un aprendizaje significativo, sin embargo, aún no se ha alcanzado ese objetivo, pues conseguirlo conlleva la reestructuración del proceso mediante un cambio de enfoque en el proceso de enseñanza en secundaria y bachillerato.

No se debe referenciar el aprendizaje de la ciencia a un mero dominio de conocimientos y contenidos descontextualizados, sin funcionalidad ni interrelación con el día a día del alumno, esa no es la meta. Observar, pensar y razonar por qué se desencadenan ciertos procesos químicos o se producen fenómenos físicos, son sensaciones que sólo se pueden experimentar gracias a las prácticas en el laboratorio y aunque su eficacia se ha puesto en duda, es innegable que es un elemento motivacional extraordinario. La experimentación aún no sólo los contenidos declarativos sino también desarrolla destrezas o habilidades metacognitivas difícilmente reemplazable. A su vez, los trabajos prácticos son un excelente vehículo de los contenidos actitudinales, la curiosidad científica, el interés, la capacidad de asumir una actitud crítica poniendo en cuestión las doctrinas o fomentando buenos hábitos de escucha y diálogo asertivo. Un buen diseño de las actividades dejará florecer todas las bondades que presenta el laboratorio, por el contrario, si nos acomodamos en la experimentación tradicional uno de los recursos más poderosos se volverá pobre y obsoleto.

Tanto alumnos como profesores principalmente han otorgado una gran relevancia a los conceptos o resolución de problemas tipo y se ha inducido el razonamiento por repetición, sin reflexión. Sin embargo, cuando se pretende hacer ciencia y conseguir la alfabetización científica hay que aprovechar las características intrínsecas de la práctica en el laboratorio como aliado. Se deben emplear las ventajas evidentes, conocidas y examinadas como es la motivación por analizar lo concreto de cada experimento dejando a un lado lo abstracto de las sesiones más tradicionales de teoría y problemas. Además, la observación pondrá de manifiesto las evidencias de la ciencia despertando el interés del estudiante (Séré, 2002).

En la mayoría de las ocasiones, los trabajos prácticos persiguen alcanzar objetivos conceptuales, poner la práctica al servicio de una ley o teoría, verificar principios de sobra conocidos haciendo uso de un guion sin posibilidad de indagación. En este punto deberíamos recapacitar e intentar dar respuesta a ¿por qué no ponemos la teoría al servicio de la experimentación? Forzar experiencias que impliquen usar conceptos, “objetos cargados de teoría” que activen sus conocimientos previos y los relacionen con los nuevos.

En general, la didáctica tradicional usada en las actividades experimentales no ayuda a mejorar la percepción de los alumnos por la ciencia y la tecnología. En los primeros cursos ven el laboratorio como una estancia para el juego, donde provocar explosiones o incendios, sin relación alguna o poco con lo trabajado a nivel conceptual en el aula. Perciben las visitas al laboratorio como un momento distendido e indiferente, sin poner en valor la importancia de todo lo que en esa estancia acontece. Desconocen que es el método científico, el rigor a la hora de desenvolver las prácticas e ignoran la importancia de las normas de seguridad. En ocasiones adquieren alguna destreza y son capaces de utilizar de forma correcta el material y aplicar los patrones de trabajo, pero sin reflexionar sobre todo lo que está sucediendo a su alrededor. La ausencia general de estímulos hace que cada visita al laboratorio sea una revolución, una forma de eludir las clases expositivas. Si a todo esto le sumamos que la enseñanza de la física y la química a nivel experimental se viene desarrollando desde un punto de vista tradicional de forma pasiva a modo de receta sin que los alumnos puedan dejar fluir el pensamiento espontáneo, sin investigar, ni decidir por sí solos, el objetivo final del laboratorio se desvirtúa dando paso a una estancia de recreo y repetición.

Experimentar, indagar, crear y descubrir deberían ser la base del proceso enseñanza-aprendizaje desde los primeros cursos, pues no podemos olvidar que estamos trabajando con ciencias empíricas. La aproximación de los trabajos prácticos a la realidad de las tareas científicas tendría que llevarse a cabo en un ambiente afín al real como es el laboratorio y empleando métodos similares a los científicos (Insausti & Merino, 2016).

En los últimos años un elevado número de docentes han apostado por incorporar visitas al laboratorio con mayor regularidad. Los más innovadores son capaces de llevar el propio laboratorio al aula y acompañan sus explicaciones o clases magistrales con experiencias de cátedra que ellos mismos ejecutan a medida que avanzan en las explicaciones. Existe otro grupo de docentes que trabajan con laboratorios virtuales, afirmando que son de gran ayuda para el aprendizaje y motivación (Pérez, J. J. S., 2018). En las últimas décadas se ha investigado sobre el enfoque, la metodología, el desarrollo de habilidades y destrezas a través de los trabajos prácticos. Se han publicado libros sobre las ventajas de la experimentación en la adquisición de contenidos procedimentales y actitudinales en las aulas de secundaria. El aprendizaje debe ser integral y no podemos olvidarnos de esta premisa. Se tiende a focalizar el esfuerzo en los contenidos conceptuales y procedimentales, como ya se ha comentado, dejando a un lado la comunicación o sentido crítico del alumno, la curiosidad o el interés que despierta en él las prácticas en el laboratorio. El laboratorio tradicional se centra en el docente como elemento nuclear de la acción, es el encargado de suministrar el material, los reactivos, equipos de trabajo, el responsable de los pasos que se dan a lo largo de la experiencia dejando a los alumnos en una actitud pasiva frente a lo que implica analizar, crear y evaluar. Sin embargo, el recurso que se

planea analizar, pequeñas investigaciones abiertas en física y química, ve la figura del profesor desde otro punto de vista. Más generoso, capaz de reaccionar a las preguntas inesperadas de los grupos de estudiantes. Esto conlleva una preparación del material reflexiva, una formación concreta del docente y conocer que destrezas deben ponerse en juego a lo largo de la indagación (González & Torija, 2015). Se pretende facilitar guías de apoyo para que investiguen y descubran sobre temas concretos y alcancen una conclusión que no tienen por qué ser única. El profesor debe prepararse para observar y no perder detalle de la evolución de las sesiones. El trabajo de indagación reporta a los docentes una elevada satisfacción personal, acercar la figura del profesor al alumnado, que ven las producciones realmente como suyas (Quílez, Peña, de la Gándara Gómez, Milagros, Hernández, & Gracia, 2008).

El buen diseño y desarrollo de un trabajo experimental y práctico en una clase de física y principalmente de química debería permitir alcanzar ciertos logros (Caamaño Ros, 2005):

- Aportar evidencias que respalden el aprendizaje de conceptos. Empleo del poder de la función ilustrativa de los experimentos.
- Interpretar fenómenos partiendo de modelos.
- Adquirir destreza en el uso del instrumental y las técnicas básicas.
- Desarrollar métodos para dar respuesta a preguntas teóricas y construcción de modelos.
- Desarrollar y aplicar procedimientos para resolver problemas prácticos relacionados con la vida cotidiana y de las ciencias aplicadas.

Para que cualquier conocimiento pueda ser asimilado, se desarrollen adecuadamente las espinas dendríticas y las estructuras cognitivas es interesante adquirirlo a través del descubrimiento según Jerome S. Bruner. En su “Teoría de la Categorización” hace referencia a la importancia de la acción y el descubrimiento propio en el proceso de aprendizaje significativo. En sus palabras tenemos la clave para intentar mejorar el trabajo que realiza el docente en el laboratorio de secundaria y bachillerato.

Por lo tanto, se aprende mejor haciendo ciencia. Bevins & Price, (2016) pronunciaron que la mejor manera de buscar respuestas a preguntas científicas es a través de las indagación y aprendizaje:

*“esta aproximación aporta al alumnado un mayor control del propio aprendizaje y le permite navegar activamente por los caminos que aumentan su comprensión y motivación y mejoran su actitud hacia la práctica científica, incrementando su autoestima y su capacidad para manejar nuevos datos en un mundo cada vez más complejo”*

Además, reflexionan sobre la mejora en el proceso de enseñanza gracias a la indagación debido a la influencia positiva de factores afectivos y emocionales, que impactan directamente en la motivación, el autoconcepto y repercuten en el aprendizaje.

Indagar en ciencia ha sido definida en múltiples ocasiones. En el informe *Science Education for Responsible Citizenship* (Hazelkorn et al., 2015) se habla de un proceso complejo. Se hace alusión a la creación de sentidos y construcción de modelos conceptuales coherentes donde los estudiantes preguntan, investigan para dar respuestas. Construyen nuevas estructuras de

entendimiento, significado y conocimiento, exponen su aprendizaje y aplican lo aprendido de manera productiva y no reproductiva, en situaciones desconocidas.

El aprendizaje basado en la indagación o *Inquiry Based Learning* (IBL) acumula investigación en las que se pone en evidencia el rendimiento académico alcanzado en las pruebas PISA de aquellos alumnos cuya educación está sustentada en esta metodología (Areepattamannil, 2012; McConney, Oliver, WOODS-McCONNEY, Schibeci, & Maor, 2014). A pesar de estos resultados en los documentos consultados sí se encontraron evidencias suficientes que respaldan un aumento en la motivación e interés de los alumnos por la ciencia. Los propios autores analizan de manera objetiva y crítica sus investigaciones, discutiendo las propias limitaciones de sus trabajos. Gracias a la indagación el conocimiento probablemente haya sido más profundo en detrimento al número de los contenidos evaluables impartidos. La calidad del aprendizaje es un parámetro que la prueba PISA no registra, está estandarizada y se centra en la amplitud de éstos. De esta reflexión surge la pregunta ¿tiene la indagación algún beneficio sobre la alfabetización científica? La respuesta es sí. La implicación directa del alumno en el desarrollo de las clases, la planificación de lo que en ellas sucede y sentirse útil mejora sin duda la percepción y la competencia científica. Dando una visión global sobre qué es hacer ciencia. Investigar permite comprender mejor el funcionamiento del mundo, dar sentido a conceptos y leyes e involucra por derecho propio al estudiante en el campo del descubrimiento, generando curiosidad por el conocimiento científico.

Esta metodología ha sido cuestionada durante décadas, señalando de ilusos a aquellos docentes que han apostado por su implementación en el aula. Pensar que un alumno pueda aprender por sí sólo mediante su propia investigación parece una entelequia para muchos sin embargo hay evidencias que arrojan datos y revisiones alentadoras sobre los beneficios de la indagación de calidad en la alfabetización (Romero-Ariza, 2017). La revisión realizada por Minner, Levy, & Century, (2010) pone de manifiesto la buena sintonía que existe en el trinomio indagación-mejora del aprendizaje y retención de conocimiento.

Un punto clave está en el diseño, planificación y orientación del recurso basado en la indagación o descubrimiento. Por ello y debido a la disparidad de propuestas didácticas que entran bajo la definición de las características de aprendizaje por indagación, la falta de consenso y la poca formación docente al respecto, me parece interesante modificar la terminología y referirnos a pequeñas investigaciones o problemas abiertos en el laboratorio. Pues no debemos poner el foco ni las etiquetas en la propia terminología. Hay que favorecer un proceso de enseñanza activo, que facilite la comprensión de los conceptos, posibilite la adquisición de destrezas y mejore la percepción de los alumnos hacia la ciencia. Al potencial del laboratorio como recurso se suma el sentido crítico, la perseverancia y responsabilidad que conlleva trabajar en la resolución de problemas experimentales.

Como se ha comentado anteriormente y por pautas descritas, parece razonable enseñar ciencia en un marco lo más próximo a la metodología científica, donde los alumnos puedan observar, medir, plantear, planificar, cuestionar, errar, cotejar o dialogar dentro de unas normas establecidas. Todo apunta a un tipo de laboratorio con actividades más abiertas donde el estudiante puede simular al investigador para se familiarice con el método científico (Gangoli

& Gurumurthy, 1995). Se alcanzará por lo tanto objetivos educativos de orden superior si abrimos los laboratorios a la indagación y descubrimiento (Andrade, 2011).

Un enfoque de investigación para la educación científica involucra a los estudiantes en:

- Actividades de aprendizaje auténticas basadas en problemas donde puede que no haya una respuesta correcta, por lo tanto, son planteamientos abiertos.
- Procedimientos experimentales, experimentos y tareas donde el alumno se muestra activo e involucrado en el “hacer”, incluida la búsqueda de información.
- Secuencias de aprendizaje autorreguladas en las que se enfatiza la autonomía de los estudiantes.
- Argumentación discursiva y comunicación entre pares y con el profesor.

La modificación en los enunciados es el primer paso para el éxito, evitando así que los alumnos sean meros reproductores de un guion de laboratorio (Carp & Chiacchiarini, 2012). Varios autores propugnan la actividad en el laboratorio como pequeñas investigaciones o descubrimientos (Merino & Herrero, 2007). Esta práctica consiste en resolver un problema experimental abierto, con apoyos y guías en los niveles de la educación secundaria obligatoria. En esta situación el estudiante debe aplicar el método científico, realizar las tareas secuenciadas, emitir hipótesis, formular, diseñar experimentos, analizar el método más apropiado, tratar los datos y resultados, extraer conclusiones con rigor científico y verificar los registros, así como las hipótesis iniciales planteadas (Jiménez, Llobera, & Llitjós, 2005). El diálogo entre pares y con el profesor mejora, se fomenta el intercambio de opiniones, el razonamiento, autoaprendizaje y pensamiento crítico debido a la libertad en los procedimientos. La intención de las pequeñas investigaciones abiertas o de los pequeños problemas experimentales en el laboratorio de física y química es construir conocimientos de ciencia. Buscar un contexto para que fluya el diseño de una investigación escolar. Sin embargo, la complejidad de la puesta en acción de este recurso condiciona a los docentes a probar estas nuevas estrategias que según estudios (Cañas Cano, 2019; Carp & Chiacchiarini, 2012; Insausti & Merino, 2016; Pérez, B. C., Otero, & Aleixandre, 2013) son más efectivas que las tradicionales. Otro punto en contra a esta metodología abierta es la carga que supone al profesor además de la falta de información, bibliografía y propuestas realistas que sean una alternativa factible, sólida y bien adaptada al número de alumnos en las aulas de secundaria y al currículo. La percepción del profesor hacia la ciencia es otro factor que influye en la manera de impartir clase. Si consideran la ciencia un conjunto de conocimientos cerrados, la oportunidad del alumno de implicarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje decrece de forma significativa (Forbes & Davis, 2010). Si, por el contrario, el profesor concibe la ciencia como un mundo en constante evolución, cambiante y dinámica su metodología irá acorde con su manera de pensar.

La resolución de problemas abiertos en el laboratorio o pequeñas investigaciones favorece el trabajo cooperativo. En definitiva, las prácticas escolares se realizan en grupos, por lo tanto, es una forma de involucrar a aquellos estudiantes con poca predisposición a participar el aula. Si bien, los alumnos no están acostumbrados a este tipo recursos en secundaria, no están familiarizados con el método científico, ni con planificar investigaciones, ni con alcanzar conclusiones basadas en hechos (Pérez, B. C. & Cambeiro, 2018; Rodríguez & Pérez, 2016) por lo que se trata de un reto para el docente. Hay que proporcionar a los alumnos múltiples

oportunidades para mejorar en el desempeño del recurso hasta alcanzar los logros deseado, y trabajar inicialmente con tareas dirigidas, con cuestiones relacionadas sobre la planificación y las prácticas.

Existen diferentes maneras de implementar en el aula las pequeñas experiencias de investigación. Una propuesta es a través de actividades o problemas dirigidos o acoplados, cercanos a los alumnos (Pérez, B. C. et al., 2013). Este tipo de indagación implica que el profesor facilite una pregunta y los estudiantes deciden cómo resolverla. Han de investigar y reconocer, qué, cómo y por qué. El objetivo es la participación de la clase en la elaboración de un diseño experimental, la identificación de variables y su control, además de la interpretación de datos y por supuesto establecer hipótesis.

Las acciones del descubrimiento escolar han sido expuestas por (Grandy & Duschl, 2007) en función de las pautas establecidas y las recomendaciones del National Research Council. Estos ítems son:

- Se implica en preguntas con un enfoque científico.
- Responde cuestiones desde la evidencia.
- Formula explicaciones a partir de las evidencias.
- Relaciona las explicaciones con el conocimiento científico.
- Comunica y justifica explicaciones.
- Es capaz de elaborar críticas apropiadas de explicaciones alternativas.
- Puede criticar sus propias explicaciones.
- Puede construir cuestionarios para discriminar entre explicaciones.
- Puede reflexionar sobre el hecho de que a veces hay múltiples explicaciones y no una respuesta definitiva.

La investigación en la enseñanza de ciencias está orientada de tal manera que busca involucrar al alumnado, que realice un trabajo activo ambivalente: habilidad y reflexión. Según Alís, Gil-Pérez, Peña, & Valdez, (2006) los docentes deben considerar diez aspectos básicos para no caer en los trabajos meramente experimentales, como prácticas aisladas en el laboratorio. Las recomendaciones de los autores buscan dar un paso más en el aprendizaje e involucrar al estudiante en el proceso de creación y crítica del pensamiento.

- Presentar situaciones problemáticas abiertas: adecuadas a las posibilidades del grupo de estudiantes con el fin de que sean capaces de precisar el problema.
- Despertar el interés por las situaciones propuestas: promoviendo la reflexión sobre sus implicaciones en los problemas que aquejan a los hombres y en la construcción de un futuro sostenible.
- Fomentar los análisis cualitativos que favorezcan la comprensión.
- Promover la formulación de hipótesis como núcleo de la actividad investigativa, insistir en la necesidad de fundamentarlas, operativizarlas haciendo hincapié en el control de las variables y las dependencias esperadas entre ellas.
- Destacar la participación de los estudiantes en la elaboración de diseños y la planificación de la actividad experimental.

- Plantear el análisis reflexivo de los resultados considerando las hipótesis formuladas y los antecedentes sobre el tema.
- Examinar la repercusión de los resultados y sus implicaciones científicas, sociales, tecnológicas y ambientales.
- Favorecer la transversalidad de las aportaciones y sus derivaciones a otras áreas.
- Elaborar una memoria científica con el fin de comunicar el trabajo y destacar la importancia de la difusión de los resultados.
- Fomentar la dimensión colectiva del trabajo científico, la discusión de resultados, el contraste de hipótesis, los conocimientos previos existentes sobre el tema. Es decir, se busca poner en práctica la actividad de la manera más fidedigna posible con respecto a la actividad real de los equipos científicos y destacar que los resultados alcanzados constituyen parte del consenso de la comunidad científica.

El recurso en sí es complejo de aplicar bien sea por la falta de medios, de formación o la escasa costumbre de los alumnos a metodologías innovadoras y la posibilidad de tomar decisiones por sí mismos. Es un reto y como tal se debe aplicar para conocer la repercusión que produce en los estudiantes y la capacidad de asimilación de nuevos métodos de trabajo que difieren al tradicional sin olvidar la parte más emocional del propio recurso. Estamos buscando motivar y despertar inquietudes en los estudiantes.

### *5.1 Propuesta de trabajo en el aula*

En primer lugar, hay que subrayar que el planteamiento de las pequeñas experiencias por descubrimiento se sustenta en un modelo realista, que implique metas alcanzables para los alumnos, no rutinario y con bajo coste material.

Se trabajará en el laboratorio siempre que sea necesario, aunque el aula habitual puede ser refugio de alguna de las indagaciones planteadas (búsqueda de información o experiencias que no requieran uso de instrumental ni compuestos específicos). Al tratarse de una actividad que requiere gran implicación de los alumnos y que se precisa una organización previa, se hacen grupos de 3-4 individuos que trabajarán juntos durante el tiempo que dure el proceso que se está detallando. La distribución en grupos reducidos implica para el profesor un elevado grado de supervisión para afrontar el reto de dar apoyo a todos los grupos presentes. Incluso se podría plantear la necesidad de un profesor de apoyo para conseguir el máximo rendimiento.

La actividad se tiene que realizar partiendo de ciertos conocimientos previos, activarlos será trabajo del profesor a través de preguntas directas, mediante una evaluación diagnóstica. Es aconsejable que los alumnos hayan tenido otras experiencias de este tipo a lo largo de su vida formativa o al menos que en algún instante de la etapa escolar hayan acudido a una clase práctica en el laboratorio.

Incluso si la situación real no es la ideal, pues las circunstancias en los centros escolares nacionales son muy heterogéneas, las propuestas que se realizarán se pueden denominar iniciación a los pequeños experimentos en el laboratorio y adaptadas a todos los perfiles de alumno con o sin experiencias anteriores.

El contexto sobre el que se trabaja debe ser cercano a los estudiantes y este parámetro es importante en el grado de implicación y en la apreciación de la utilidad real de los conceptos más teóricos y abstractos.

Las fases del diseño de la actividad consideran varias etapas. La primera de ellas es sin duda la más importante. Seleccionar y determinar una pregunta o premisa abierta para que comiencen la indagación en función de la información requerida. A continuación, se animará a los grupos a buscar información, los aspectos que se deben investigar, los parámetros que deben controlar, en definitiva, deben tomar decisiones sobre qué investigar y los pasos que deben seguir, si tomarán medidas o recurrirán sólo a la observación. En definitiva, deben planificar el diseño de la experimentación. Se puede ayudar y guiar gracias a pistas dadas mediante preguntas. Justificar y plantear alguna hipótesis deberá ser necesario para una buena ejecución.

Una vez establecido el procedimiento es necesario una supervisión del docente para dar luz verde a la siguiente etapa: la experimentación y toma de datos. El docente será el experto y la guía de los grupos de colaboración. Para llevar a cabo la resolución de problemas en el laboratorio y minimizar los posibles errores es necesario que cada grupo trabaje en consecuencia. Por lo tanto, en el caso de tener que tomar medidas se intentará realizar la experiencia tres veces. Durante esta fase pueden probar, acertar, fallar, corregir los planteamientos y diseños. Eso sí con la aprobación del docente presente para minimizar los posibles riesgos o accidentes.

Se analizan los datos, las apreciaciones realizadas para dar respuesta a la pregunta planteada inicialmente. A lo largo de este recurso no será necesario el uso de una matemática avanzada. Se pretende evitar que el alumno relacione las prácticas en el laboratorio con problemas complejos matemáticos, si bien, el tratamiento de datos correcto es una exigencia dentro del método científico.

Para finalizar y comparar los diferentes experimentos diseñados se ponen en común las ideas y conclusiones obtenidas después de la pequeña investigación planteada.

Hay que exponer la tarea para generar ciertas dudas en los alumnos, ayudarles a plantear cuestiones relevantes y a proponer soluciones sin miedo al fracaso. Se aprende al tratar de solucionar las malas decisiones o propuestas. Trabajar en equipo facilita que compartan sus conocimientos y sus ideas, que deben anotar para no perder información durante toda la indagación. No hay propuestas mal planteadas sino enfoques incorrectos que con una buena revisión y reflexión pueden llevarnos al éxito. Es importante intercambiar opiniones para contrastar cual es la más acertada y sobre todo la retroalimentación del docente. Ayudar e inducir la adquisición de contenidos fácticos, procedimentales y actitudinales son el gran mérito de un buen profesor.

Se pretende promover que los alumnos sean capaces de:

- Identificar el problema
- Reconocer hipótesis
- Plantear y diseñar el procedimiento
- Obtener datos

- Interpretar resultados
- Establecer conclusiones
- Capacitar comunicación oral

El diseño del guion de pautas es sin duda alguna un punto que requiere inversión de tiempo y esfuerzo. Si en párrafos anteriores se comentaba que la premisa o pregunta inicial es vital para la buena aceptación del reto, no menos importante es plasmar un buen guion de elaboración de las pequeñas experiencias de laboratorio. A través de las preguntas vamos modelando el proceso de creación desde el inicio del planteamiento pasando por las guías o pistas que se pueden facilitar hasta alcanzar la meta de la investigación (Sánchez, 1994). La relación de cuestiones es tan sólo una referencia, no implica tener que dar pautas de cada una de ellas. Lo mejor es adaptar partiendo de la lógica y experiencia el guion en función del objetivo real de las sesiones. Según el autor se deben barajar los siguientes interrogantes:

- ¿Qué problema se investiga?, ¿Puede formularse en forma de pregunta?
- ¿Podrían los alumnos formular alguna hipótesis?, ¿Es posible dar alguna respuesta al problema?
- Partiendo de la hipótesis, ¿es posible deducir fácilmente el diseño del experimento?, ¿Se puede relacionar la hipótesis con el experimento?
- ¿Qué factores o magnitudes se podría modificar a lo largo de la investigación?, ¿qué variables intervienen? ¿Identificas alguna independiente?
- ¿Qué resultado crees que observarás?, ¿Cuál es la variable dependiente?,
- ¿Cómo te aseguras de que los resultados dependen de las modificaciones que has introducido?
- ¿Qué aparatos o instrumentos necesitarás?
- Realiza una planificación por escrito de la investigación. Plantea el proceso en distintas etapas, explica y justifica cada una de ellas.

Las experiencias de investigación para novésimos buscan predisponer al estudiante mediante preguntas desafiantes, creativas y constructivas, adjetivos que se deben considerar a la hora de motivar. Se deben poder de manifiesto las ideas de los estudiantes, la interacción entre ellos y con el profesor.

Considerando lo expuesto se procede a la elaboración de las propuestas para cada uno de los cursos diana.

### 5.1.1 Pequeño experimento de investigación en 2º ESO

*¿Un desayuno con mucho hierro?*

*Seguro que muchos de vosotros desayunáis algún tipo de cereal cada mañana antes de acudir al Instituto. Si os habéis fijado en la tabla nutricional de muchos de los paquetes de cereales enriquecidos aparece que contiene hierro. Pero... ¿es verdadero o falso?*

*Vuestra misión es ser capaces de descubrir si consumimos ese mineral tan necesario para el ser humano al ingerir los cereales del desayuno. El hierro facilita el transporte del oxígeno por el cuerpo pues es necesario en la síntesis de hemoglobina, mioglobina y los citocromos.*

*Cada grupo debe coger una caja de cereales para comprobar si contienen hierro o no. No os olvidéis de pesar los cereales. Es preferible que trabajéis al menos con 200 g de cereales o incluso más.*

*¿Los cereales son una mezcla o una sustancia pura?*

*¿Mediante que método separarías el hierro en una mezcla?*

*¿Qué ocurre si acercas un imán a un bol de cereales? ¿Y si acercas el imán a un solo cereal?*

*Ahora os toca probar distintas opciones, pero antes debéis diseñar y planificar los pasos que daréis en la investigación. Aquí os dejo una pista, ¿cómo se separaría mejor el hierro en la forma original del cereal o en polvo? ¿y si se añade agua? Lo importante es probar distintos procesos. Siempre que necesitéis ayuda preguntar al profesor y no os olvidéis de anotar todas las propuestas, reflexiones e ideas que tengáis, así como las observaciones que vayáis haciendo.*

*Conclusiones:*

*¿Todos los cereales contienen hierro? ¿Aparentemente la misma cantidad?*

#### 5.1.1.1 Justificación

Se plantea una pequeña investigación cuyo nombre es: ¿Un desayuno con mucho hierro? Se pretende que los alumnos tomen contacto con el laboratorio. Empiecen a trabajar en grupos de cooperación, intercambien opiniones y que perciban la asignatura de Física y Química como útil, con conexión real en su vida cotidiana. Igual de importante es hacer partícipes a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la sesión diseñada son agentes activos cuyas decisiones en el laboratorio son relevantes. La confianza delegada en los alumnos debería ser una fuente de motivación y trabajar en un contexto conocido un aliciente para despertar su curiosidad por la ciencia. El tratamiento se llevará desde un punto de vista cualitativo pues no debemos olvidar que son sus inicios en este tipo de actividad y probablemente también en el laboratorio.

#### 5.1.1.2 Objetivos de la tarea

Aplicar la técnica de separación apropiada en función del tipo de mezcla y sus características.

Tomar contacto con el laboratorio y los distintos materiales e instrumentos presentes en la estancia, inicio de habilidades y destrezas procedimentales.

Iniciar la investigación, aplicación del método científico.

#### 5.1.1.3 Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Se han detallado con anterioridad en [Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje](#) del recurso cinematográfico propuesto para 2º de ESO.

#### 5.1.1.4 Tareas y actividades

La actividad planteada es la propia investigación. Al final de la sesión se comentarán las observaciones y conclusiones de cada uno de los grupos. Se analizará si todos los cereales contienen hierro o no.

Se emplazará a cada uno de los componentes del equipo a entregar un informe de prácticas donde registren las hipótesis planteadas, el diseño y planificación de la experimentación, es decir los pasos que se han llevado a cabo. Tanto los aciertos como los fallos. En el informe debe haber un apartado destinado a los resultados, así como a las conclusiones. La reflexión debe estar sustentada en las observaciones realizadas en el laboratorio.

#### 5.1.1.5 Competencias

Competencia Lingüística (CL): mejora la expresión escrita y oral, la organización de información y relevancia. Favorece el empleo del lenguaje científico desde el rigor y la coherencia, dando

una amplitud al aprendizaje gracias a la elaboración de un discurso científico mediante la redacción de un informe que pone de manifiesto los conocimientos adquiridos.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT): la experiencia ayuda a los estudiantes a entender mejor el mundo que les rodea, la conexión entre la aplicación real de la ciencia-tecnología y situaciones cotidianas de la vida. Se facilita gracias a la sesión por descubrimiento la observación e interpretación de evidencias, consecuentemente se emplearán métodos propios de la racionalidad científica.

Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEE): es relevante y se pone de manifiesto en los proyectos de investigación. Se implica al alumno a adquirir ciertas responsabilidades, tomar decisiones, sugerir propuestas con aval científico y sin duda desarrollar el espíritu crítico a través de lo que observa en la experiencia.

#### *5.1.1.6 Temporalización*

La actividad se realizará en una única sesión de 50 minutos en el laboratorio del instituto. La distribución horaria es la siguiente, los primeros 5 minutos están destinados a explicar la actividad, pues los grupos de trabajo (3-4 alumnos) se han formado previamente el día anterior en el aula. Es el docente el responsable de realizar las agrupaciones considerando las características múltiples de los alumnos y sus habilidades, los equipos deben ser uniformes entre sí. A lo largo de esos primeros minutos se realizará un breve repaso de los conceptos: sustancias puras, mezclas homogéneas, heterogéneas y que es un método de separación. Además, se reparte los guiones para que puedan iniciar la experimentación por descubrimiento. Los 15 siguientes minutos se deja tiempo para leer, plantear hipótesis y diseñar los pasos de la experiencia. A continuación, y después del visto bueno del docente, los diferentes grupos se ponen manos a la obra para intentar encontrar una respuesta razonada a la pregunta inicial y basada en evidencias científicas. Dispondrán aproximadamente de 20 minutos y los últimos 10 minutos de la sesión se dejará para consensuar en cada uno de los equipos de trabajo una conclusión, finalmente se analizarán y expondrán en voz alta.

#### *5.1.1.7 Material*

El material necesario debe estar en el laboratorio y se les distribuye a los grupos en función de las peticiones que hagan, para no dar más pistas.

- Vasos de precipitados.
- Imanes de neodimio.
- Agua
- Instrumento para machacar o triturar
- Balanza granataria o analítica.
- Bolsa hermética de plástico

Además, se precisará de pizarra y tiza o proyector en función de los recursos existentes en el laboratorio.

#### 5.1.1.8 Evaluación

Con respecto a la evaluación hay que comentar que se realizará por un lado en el aula mediante observación del comportamiento de cada uno de los alumnos. Se analizará su grado de implicación, sus preguntas, reflexiones y dudas. La capacidad de sobreponerse a situaciones inesperadas y la facilidad de comunicar sus ideas entre pares o con el profesor.

La elaboración del informe se evaluará mediante una rúbrica (Figura 9). En él tan sólo deben recoger las hipótesis planteadas, el o los diseños de las experiencias, los resultados observados y las conclusiones.

La rúbrica de corrección se muestra a continuación. La valoración de los criterios es el mismo en función del nivel de ejecución alcanzado. Se consideran todos los criterios igual de relevantes e importantes a la hora de evaluar la experiencia.

Es recomendable para el profesor considerar si el grupo de alumnos han tenido contacto anterior con recursos o actividades que implique descubrimiento para ser más o menos laxos en la aplicación de la evaluación.

Criterios	EXCELENTE 2.5	BIEN 2	REGULAR 1.5	MAL 1	PUNTUACIÓN
HIPÓTESIS	Establecimiento correcto de las hipótesis aplicando la teoría y coherente con los conocimientos adquiridos.	Establecimiento de hipótesis en función de la teoría, pero con poca coherencia con los conocimientos previos.	Establecimiento de hipótesis con escasa base científica y poca coherencia con conocimiento previos.	No plantea hipótesis o si lo hace no son relevantes ni coherentes con los conocimientos previos.	
DISEÑO Y PROCEDIMIENTO	Planificación, justificación y diseño del procedimiento con pasos experimentales concretos y basado en el conocimiento científico+ rectificación en caso de error+ referencia al uso de todos los materiales.	Planifica los pasos experimentales que se deben dar en la investigación, pero no aclara el porqué de estos + rectifica cuando se aprecia un error+ referencia correcta a los materiales.	No expone todos los pasos experimentales no los justifica+ no detecta los errores cometidos o no rectifica ni prueba cuando los percibe+ hace referencia a más del 50% de los materiales necesarios.	No diseña correctamente los pasos ni los relaciona con la teoría+ no detecta los fallos cometidos ni rectifica en sus planteamientos para conseguir el objeto real de la indagación.	
INTERPRETACIÓN/ RESULTADOS	Recopila la información observada de manera rigurosa, + muestra objetividad a la hora de interpretarlos. Aprecia diferencias y similitudes entre los resultados, puede hacer inferencia y relacionarlas con los conocimientos previos.	Recopila la información haciendo tratamiento de los datos cuando sea necesario + es objetivo, aprecia las diferencias y similitudes sin embargo presenta dificultades a la hora de hacer deducciones y relacionarlas con ideas anteriores adquiridas.	Recopila los datos, pero no de forma ordenada, realiza el tratamiento cuando es necesario, pero comete errores sistemáticos + es objetivo a la hora de analizar los datos sin embargo presenta alguna dificultad a la hora de compararlos. No hace interferencias ni las relaciona con conceptos previos.	Recopila los datos de forma errónea o no los recoge. No realiza el tratamiento de estos + no es objetivo, ni capaz de detectar diferencias o similitudes. No hace deducciones no las relaciona con los conocimientos anteriores.	
CONCLUSIONES	Contrasta todas las hipótesis planteadas mencionando la ley o principio empleado. Razona las justificaciones con los resultados observados. Incluye la interpretación de los resultados argumentando con rigor las conclusiones.	Contrasta más de la mitad de la hipótesis, justificando con rigor científico más de la mitad de los resultados.	Contrasta menos del 50% de las hipótesis basándose en los resultados obtenidos. Justifica con rigor científico la mitad o menos de la mitad de los resultados.	Contrasta muy pocas hipótesis o ninguna de ellas. Incluye conclusiones no deducibles de los datos obtenidos. Escasa justificación y base científica.	
TOTAL					

Figura 9 Rúbrica Informe 2º ESO

### 5.1.2 Pequeño experimento de investigación en 4º ESO

*¿Qué características deben tener las piraguas para conseguir su mejor rendimiento? ¿si tuvieseis que construir una embarcación de este tipo para uso en río o en mar habría alguna diferencia?*

*¿Cómo podríais averiguarlo?*

*¿Qué pasos debemos dar?*

*¿Se puede predecir que va a pasar?*

*¿Qué características debemos valorar? ¿Se mantendrá constantes o variarán?*

*¿Qué diferencias existen entre en agua del río y la del mar? ¿Influye en la flotabilidad de la piragua?*

*Resultados*

*Conclusiones: características de la piragua.*

*Materiales proporcionados: agua, sal, plastilina.*

*Debéis basar tanto los resultados como las conclusiones en las evidencias observadas durante la experimentación. No os olvidéis de recurrir a los principios, leyes y conceptos necesarios para justificar con rigor científico todo aquello que habéis reflejado.*

El documento que se le entregará a los alumnos consta de las preguntas anteriores, donde se aprecia claramente que se dan pequeñas pistas para facilitar el aprendizaje por descubrimiento. No se pretende caer en problemas tediosos ni en cálculos para el desarrollo con éxito de la experimentación. Se pretende que tomen conciencia sobre los factores que influyen a la hora que construir una buena embarcación, por qué y las necesidades reales en función del medio por el cual navegue.

### 5.1.2.1 Justificación

Analizar la buena acogida o no del recurso. El impacto sobre la motivación y el interés de los alumnos. Por otro lado, se pretende conocer si activar los recursos y agudizar el ingenio para descubrir e investigar sobre los parámetros que influyen en la flotabilidad de una piragua son eficientes a lo hora de asimilar nuevos conceptos y aplicarlos a situaciones cotidianas.

### 5.1.2.2 Objetivos de la tarea, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

La propuesta de laboratorio por descubrimiento o investigación va en sintonía con la sesión [Fragmentos audiovisuales como recurso en 4º de ESO](#) tanto con respecto a los objetivos como a los contenidos específicos de flotabilidad.

### 5.1.2.3 Tareas y actividades

Se busca que hablen, abran debate, prueben distintas formas de alcanzar que un trozo de plastilina flote de forma estable. La propia tarea es la resolución del pequeño experimento de investigación.

Se le suministra a cada grupo plastilina para que prueben distintas formas, tamaños, dimensiones incluso que planteen la mejor posición para el palista dentro de la piragua. Podrán comparar la misma situación en agua y en agua salada simulando el mar.

La actividad finaliza cuando alcanzan unas conclusiones y son capaces de describir las características que debe presentar la piragua:

- Tamaño
- Forma
- Peso
- Posición del piragüista

Cada una de las respuestas ha de tener una justificación científica basada en la observación y la experimentación.

Es fundamental que se haga referencia a la densidad de los diferentes medios: río y mar. Deberían plantearse:

¿Dónde es más estable la misma piragua?

Es importante que hagan alusión a la relación de la experiencia de flotabilidad con el principio de Arquímedes y se valorará un dibujo bien planteado de las fuerzas que actúan sobre la piragua en las situaciones consideradas.

Exponer en el aula los aspectos más relevantes de las características que garantizan una buena flotabilidad de la embarcación es el resultado final del trabajo de indagación.

Cada uno de los grupos deberá presentar un informe donde se detallen los pasos dados en la investigación, las causas e hipótesis que preceden al diseño de la experiencia. Las variables que se analizarán y el propio procedimiento donde se refleje las apreciaciones realizadas, los cambios hechos para corregir los errores y los éxitos obtenidos. Deberá estar todo bien detallado para que el docente pueda interpretar el grado de profundidad en la comprensión de los contenidos. Los últimos apartados del informe estarán reservados para los resultados obtenidos y las conclusiones basadas en evidencias científicas, expuestas con rigor y empleando un lenguaje apropiado donde se tendrá que reflejar la respuesta a la pregunta inicial.

#### 5.1.2.4 Competencias

Competencia Lingüística (CL): el alumno desarrolla la capacidad de elaborar un discurso científico, de transmitir información, datos e ideas. Se pretende que plasmen sus propios planteamientos del proceso de investigación empleando terminología específica y argumentado con rigor, precisión y orden adecuado en base a los conocimientos adquiridos.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT): la base de la indagación es la observación e interpretación de la interacción entre el mundo físico y el medio natural, por lo tanto, se contribuye a la adquisición de esta competencia.

Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEE): se pone de manifiesto en todo proyecto de investigación. Los estudiantes asumen responsabilidades. El trabajo coordinado y cooperativo alcanza sus mejores resultados cuando el compromiso individual es elevado y repercute positivamente en el equipo consiguiendo una buena sintonía y un clima apropiado. Los estudiantes mejorarán el espíritu crítico y la capacidad de tomar decisiones pues continuamente tendrán que analizar las consecuencias de sus decisiones. De este modo, desarrollan la creatividad, la imaginación y la capacidad de elegir, gestionar y organizar sus conocimientos e ideas en función de la consecución del objetivo del pequeño experimento por descubrimiento.

#### 5.1.2.5 Temporalización

Se realizará la actividad planteada en una sesión de 50 minutos, tendrán lugar preferiblemente en el laboratorio del centro escolar. En los primeros 15 minutos se analizará el problema, se buscará información y se planteará el diseño. Posteriormente y tras la revisión del profesor se procederá a la práctica y manipulación. Anotando las observaciones, analizando el éxito o fracaso hasta obtener los datos necesarios para contrastar las hipótesis con los resultados empíricos (20 minutos aproximadamente). Durante los siguientes 10 minutos se compilarán los resultados, estudiarán y revisarán hasta consensuar una conclusión grupal. Si fuese necesario realizar más experiencias se dejarían 5 minutos más. Por último, se expondrán las características que deben cumplir las piraguas para navegar y disfrutar de una actividad al aire libre sin correr peligro de hundimiento o vuelco en el tiempo restante (10 minutos). En este punto se defenderá y analizará cada una de las propuestas. ¿Son todas las embarcaciones iguales? En caso de no

disponer de tiempo suficiente en una única sesión se trasladaría el debate y exposición oral a la siguiente clase. Destinando a ese fin no más de 15 minutos.

#### 5.1.2.6 Material

El material necesario es:

- Agua
- Sal
- Plastilina o material moldeable
- Recipiente transparente tipo cubo o tupper

#### 5.1.2.7 Evaluación

Se analizará la repercusión de la actividad a nivel de motivación además de la percepción de los alumnos con la nueva metodología gracias al cuestionario final.

La evaluación formativa se realiza mediante un seguimiento a lo largo de todo el proceso de indagación in situ. El docente deberá prestar atención a las conversaciones de los alumnos, las dudas que plantean, el grado de implicación, la complejidad o no de aplicar la teoría a situaciones reales. Se pretende dar seguimiento y controlar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se diseñará una rúbrica para evaluar de forma sumativa la información recopilada durante la resolución del problema planteado mediante el informe de investigación. En ella se puntúan seis ítems: planteamiento de hipótesis, uso de bibliografía, diseño y procedimiento, variables analizadas, interpretación de resultados, conclusiones, exposición y actitud.

En la siguiente rúbrica (Figura 10) se expone el nivel de ejecución y la puntuación asociada para la calificación y evaluación del informe realizado una vez finalizada la actividad en el laboratorio por descubrimiento.

Crterios	EXCELENTE	BIEN	REGULAR	MAL	PUNTUACIÓN
HIPÓTESIS	Establecimiento correcto de las hipótesis aplicando la teoría y coherente con los conocimientos previos. <b>1.5</b>	Establecimiento de hipótesis (75%) en función de la teoría, pero con poca coherencia con los conocimientos previos. <b>1</b>	Establecimiento de hipótesis (50%) con escasa base científica y sin coherencia con conocimientos previos. <b>0.75</b>	No plantea hipótesis o si lo hace no son relevantes ni coherentes con los conocimientos previos. <b>0.25</b>	
USO DE BIBLIOGRAFÍA	Recurre a fuentes fiables, actualizadas y relevantes que aportan ideas al tema investigado. Además, contrasta y compara la información. <b>1</b>	Empleo de fuentes fiables y actualizadas, aunque no relevantes, pero sí contribuyen a la investigación. Además, contrasta y compara. <b>0.75</b>	Empleo de bibliografía fiable pero poco actualizada y relevante. En ocasiones no añaden información a la investigación. <b>0.5</b>	Recurre a referencias poco fiables o no emplea fuentes bibliográficas. <b>0.25</b>	
DISEÑO Y PROCEDIMIENTO	Planificación, justificación y diseño del procedimiento con pasos experimentales concretos y basado en el conocimiento científico+ rectificación en caso de error+ referencia al uso de todos materiales. <b>1.5</b>	Planifica los pasos experimentales que se deben dar en la investigación, pero no aclara el porqué de estos + rectifica cuando se aprecia un error+ referencia correcta a los materiales. <b>1</b>	No expone todos los pasos experimentales, no los justifica+ no detecta los errores cometidos o no rectifica ni prueba cuando los percibe+ hace referencia a más del 50% de los materiales necesarios. <b>0.75</b>	No diseña correctamente los pasos ni los relaciona con la teoría+ no detecta los fallos cometidos ni rectifica en sus planteamientos para conseguir el objeto real de la indagación. <b>0.25</b>	
VARIABLES	Considera todas las variables, diferenciando entre dependiente e independiente. <b>1</b>	Considera todas las variables, pero no hace diferenciación entre dependiente e independiente o considera el 75% de las variables indicando su dependencia. <b>0.75</b>	Considera el 75% de las variables, pero no hace diferenciación o considera la mitad de las variables indicando las variables dependientes e independientes. <b>0.5</b>	Considera menos del 50% de las variables. <b>0.25</b>	
DATOS E INTERPRETACIÓN	Recopila la información de manera rigurosa, hace un buen tratamiento de todos los datos + muestra objetividad a la hora de interpretarlos. Aprecia diferencias y similitudes entre ellos, puede hacer inferencia y relacionarlas con los conocimientos previos. <b>1</b>	Recopila la información haciendo tratamiento de los datos cuando es necesario + es objetivo, aprecia las diferencias y similitudes sin embargo presenta dificultades a la hora de hacer deducciones y relacionarlas con ideas anteriores adquiridas. <b>0.75</b>	Recopila los datos, pero no de forma ordenada, realiza el tratamiento de los datos cuando es necesario, pero comete errores sistemáticos + es objetivo a la hora de analizar los datos sin embargo presenta alguna dificultad a la hora de compararlos. No hace interferencias ni las relaciona con conceptos previos. <b>0.5</b>	Recopila los datos de forma errónea o no los recoge. No realiza el tratamiento de estos + no es objetivo, ni capaz de comparar diferencias ni similitudes. No hace deducciones ni las relaciona con los conocimientos anteriores. <b>0.25</b>	
CONSLUSIONES	Contrasta todas las hipótesis planteadas mencionando la ley o principio empleado. Razona las justificaciones con los resultados observados. Incluye la interpretación de los resultados argumentando con rigor las conclusiones. <b>1.5</b>	Contrasta más de la mitad de la hipótesis, justificando con rigor científico más de la mitad de los resultados. <b>1</b>	Contrasta menos del 50% de las hipótesis basándose en los resultados obtenidos. Justifica con rigor científico la mitad o menos de la mitad de los resultados. <b>0.75</b>	Contrasta muy pocas hipótesis o ninguna de ellas. Incluye conclusiones no deducibles de los datos obtenidos. Escasa justificación y base científica. <b>0.25</b>	
EXPOSICIÓN	Muy buena argumentación, clara y concisa. Expone las ideas basadas en contenidos científicos y con un buen lenguaje específico. Alto grado de reflexión y sentido crítico en el debate. Atrae la atención del aforo. <b>1</b>	Buena argumentación, clara y concisa. La mayoría de las ocasiones justifica verbalmente las ideas con rigor y hace buen uso del lenguaje científico. Atrae la atención del aforo en más del 75% de las intervenciones. <b>0.75</b>	La argumentación no es clara ni concisa. Usa al menos el 50% de las veces un lenguaje correcto y específico. Justifica en pocas ocasiones y emplea un tono que no atrae al espectador. <b>0.5</b>	Exposición muy pobre, no es clara ni concisa. No justifica sus propuestas, no hay reflexión en el contenido y no atrae la atención del resto del aforo. <b>0.25</b>	
ACTITUD	Se muestra participativo y solidario con el resto de los compañeros. Respeta el turno de palabra y dialoga para alcanzar un acuerdo. <b>1.5</b>	Se muestra participativo y comprometido, pero tolera poco la opinión de los demás o se aprecia cierto individualismo en el grupo sin embargo admite con buen talante las opiniones diferentes a la suya. <b>1</b>	Intenta escaquearse y mantenerse en un segundo plano aun así participa a lo largo de la actividad, aunque no tome decisiones trascendentales. Respeta el turno de palabra y dialoga con el resto de los compañeros con naturalidad. <b>0.75</b>	No participa ni colabora. <b>0</b>	
TOTAL					

Figura 10 Rúbrica corrección informe 4º ESO.

## **6 Análisis de los resultados y del diseño planteado**

Es evidente que el trabajo desarrollado carece de datos para ser tratados pues como el propio título expresa es una posible propuesta de investigación. Por ese motivo se dará una visión de los resultados esperados, así como reflexiones alcanzadas a lo largo del proceso de creación de este documento. Se valorarán los datos recabados en otras investigaciones con un diseño y objetivos similares. El estudio se realiza en función de los cuestionarios de los [Anexo I](#) y [Anexo II](#). Se redacta de manera pormenorizado cada una de las cuestiones.

A pesar de no llegar a implementar los recursos a lo largo del Prácticum de intervención, por no existir adaptación con el contenido impartido, ni realizar el cuestionario previo sí pude apreciar cierto comportamiento en los alumnos frente a recursos innovadores, lejos de la clase tradicional expositiva. Observé en primera persona como son recibidas actividades próximas a la gamificación, el uso del cine como recurso introductorio de una unidad didáctica y organicé alguna sesión en el laboratorio. Además, asistí a presentaciones de posters en 2º de ESO y exposiciones en 4º de ESO, cursos en los que activamente participé durante el Prácticum y el motivo principal por el cual esta investigación está centrada en esas etapas. Percibí mayor implicación en los alumnos cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje se enfoca desde un prisma menos convencional.

### *6.1.1.1 Análisis de los resultados cuestionario previo.*

Con respecto a los resultados previstos del cuestionario previo, [Anexo I](#), se detalla según las diferentes cuestiones.

Con respecto a la primera pregunta, los alumnos de 2º de ESO probablemente tendrán una visión más favorable hacia la enseñanza de ciencia y tecnología, pues aún no presentan un amplio bagaje ni experiencia suficiente. Por ese motivo se cree que serán más optimistas pues no tiene referentes claros ni nexos comparativos anteriores. Sin embargo, dos cursos después la valoración habrá disminuido según fuentes bibliográficas (Robles et al., 2015; Vázquez & Manassero, 2008). Un punto interesante de análisis es detectar si el itinerario elegido condiciona o no el gusto por la ciencia y la motivación frente a los artículos revisados. A priori parece que en esos niveles educativos tienen más expectativas puestas en la ciencia los alumnos jóvenes frente a los de 4º de ESO ¿será una realidad?.

Al ser un estudio motivacional se debe conocer el interés por las asignaturas cursadas. Según la bibliografía consultada parece evidente que los alumnos perciben las asignaturas de ciencias como difíciles incluso en ocasiones poco interesante con bajas posibilidades de éxito. La asignatura de Física y Química alcanza valores con cierta tendencia negativa frente a otras asignaturas (Alonso & Mas, 2005; Coca, 2015; Solbes, 2011). Los cuestionarios iniciales de todos los grupos se prevé que sean similares en resultados no tanto entre los distintos cursos.

Los resultados de la cuestión 3 según otras investigaciones (Coca, 2015) revelan que la asignatura no les desagrada por el tipo de tareas y ejercicios ni por el material utilizado.

Atribuyen a su forma de ser, un grado elevado de influencia como factor determinante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las cualidades del docente sí se consideran relevantes. La reflexión personal conlleva a pensar que existirán diferencias entre los cursos seleccionados. En 2º de ESO a pesar de ser una asignatura obligatoria intuyo que los resultados serán significativamente diferentes y con valoraciones más positivas en todos los ítems disminuyendo el dato de la repercusión de la personalidad de cada individuo.

Con respecto a la pregunta 4, se analizan las razones que motivan el estudio de la asignatura de Física y Química. Interesa considerarlos tanto en conjunto como pormenorizado en función de los cursos. Los artículos sobre la alfabetización científica y la curiosidad por la ciencia y tecnología en la sociedad nos hablan del poco interés por conocer y comprender los fenómenos físicos o químicos y su relación con la vida cotidiana, resultados que se pretende mejorar con esta propuesta acercando la ciencia a los alumnos a través de otros recursos didácticos. Sin duda alguna, los datos manejados de investigaciones ajenas hacen alusión a que un factor de motivación importante es enlazar con estudios superiores de ciencia y por otro lado por un mejor futuro profesional. En definitiva, las motivaciones extrínsecas prevalecen frente a las intrínsecas, éstas deberían ser un punto de análisis muy interesante. Si se actúa directamente virando la motivación hacia su componente interno y se mejora el interés por saber de manera altruista, el éxito y fama de la asignatura de Física y Química creo que alcanzaría cotas más elevadas. Con respecto a la comparación entre cursos puede que existan diferencias significativas, mejorando la valoración por conocer o saber en los cursos inferiores.

La cuestión 5 se ha colocado en esa posición de forma premeditada, interesa conocer qué recursos o métodos de enseñanza consideran un posible detonante de su propio interés. La pregunta es abierta por lo que valorar sus datos es complejo, si bien estoy convencida que harán referencia a métodos que conozcan de antemano y les resulten entretenidos dejando a un lado la eficacia de éstos. Una apuesta casi segura sería el laboratorio como fuente de curiosidad e interés o las excursiones.

De los datos recogidos en la cuestión 6 se intuye por la escasa preferencia de elección al menos en 4º curso por la asignatura, que los estudiantes atribuyan a la física y química un elevado grado de esfuerzo y cierto desinterés. Con respecto al criterio constancia no hay referencias claras por lo que es importante analizar la percepción que tiene al respecto antes de la implementación del recurso asignado. Los resultados de 2º de ESO, a priori, se asumen más generosos en cuanto a interés y atención. Además, el recurso se planea implementar en el primer trimestre con el riesgo que ello supone por la falta de adaptación real a la asignatura. Sin embargo, se espera alcanzar buenos resultados por la capacidad de ajuste de los jóvenes estudiantes, su apertura y la curiosidad aún no tan condicionada.

La última pregunta del cuestionario previo está muy relacionada con la número 4, pero esta vez los alumnos tendrán la opción de seleccionar los recursos. Según la experiencia propia las visitas al laboratorio son muy bien acogidas y los recursos próximos a la gamificación tanto en 2º como en 4º de ESO. Esta opinión propia viene avalada por ciertas investigaciones (Valgañón, 2017). La mejor valoración según los autores ya citados son las salidas y excursiones a museo, fábricas o cualquier actividad que implique la no estancia en el centro educativo. También alcanzan valores positivos el uso de videos y TIC's.

### 6.1.1.2 Análisis de los resultados cuestionario final.

Los resultados del cuestionario final, [Anexo II](#), son más difíciles que predecir y se establecen ciertas hipótesis que se deberán corroborar. No existe una propuesta de comparación con los tres métodos seleccionados: tradicional, recurso cinematográfico y laboratorio por descubrimiento. Aun así, se planteará una tendencia, provisional, de los datos de forma lo más objetiva posible. Se establecerán las mejoras o no que se conseguirán a nivel de motivación e interés en el estudiante en función del grupo: A, B o C, al que pertenezca. Los valores previstos y esperados serán una fuente de información sobre la desviación o no de la realidad, si en algún momento una investigación educativa similar se llegase a aplicar.

Con respecto a la cuestión primera del sondeo final. En la siguiente tabla se muestra con símbolos la variación de los criterios puntuados en relación con el cuestionario previo y en función del grupo. Tan sólo se refleja la percepción de la asignatura de Física y Química.

<b>2º de ESO</b>	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Tradicional (A)	=	=	=	=	=
Cine (B)	↑	↑	↑	=	=
Laboratorio (C)	↑	↑	↑	=	↑
<b>4º de ESO</b>	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Tradicional (A)	↓	=	=	=	=
Cine (B)	↑	↑	↑	↑	=
Laboratorio (C)	↑	↑	=	=	↑

= igual; ↑ aumento; ↓disminución

Las variaciones, aumento o disminución en los adjetivos se han realizado considerando la experiencia en el Prácticum y en función de la bibliografía consultada. Sin embargo, no se puede determinar entre los dos recursos cual ha generado una mejor visión global de la asignatura. Probablemente verán más divertido el recurso cinematográfico que el laboratorio por descubrimiento, pero este último lo perciben más práctico. Tan sólo son hipótesis que habrá que verificar. Con respecto a la utilidad de la asignatura, se supone un aumento tanto en el grupo B como en el C. Es así por la proximidad de las actividades propuestas a situaciones cotidianas, haciendo que el estudiante vea la aplicabilidad y realidad de la ciencia en el medio que les rodea.

Cabe señalar que los datos de 2º de ESO podrían variar, pues como ya se ha comentado en varias ocasiones se ha tomado la decisión de trabajar los diferentes recursos en el primer trimestre pudiendo ser un inconveniente por varios motivos. El más reseñable, la falta de información sobre la propia asignatura y la escasa adaptación a las clases tras el periodo estival.

Se ha incluido la cuestión 2 para comparar y valorar si ha existido un cambio en la motivación. Principalmente interesa analizar si los datos relacionados con la motivación intrínseca han mejorado. Aparentemente el grupo A seguirá opinando lo mismo sin embargo se espera que tanto el grupo B como el grupo C valoren positivamente el gusto por conocer, saber o comprender. Sería el mejor indicador de un aumento por el interés y el gusto por la ciencia y la tecnología.

Con respecto a la pregunta 3, estamos en una situación similar. Se asume una mejora en los resultados en los dos cursos y en los diferentes grupos B y C, basada en una investigación (Coca, 2015) con recursos innovadores y en la influencia de las metodologías de enseñanzas más aplicadas. Además el aumento del interés por la asignatura se recoge en artículos específicos de cine (Pérez, M. F. P. & Matarredona, 2015) y de resolución de problemas en el laboratorio (Cañas Cano, 2019).

La atención supuestamente aumentará, por el hecho de trabajar con series y fragmentos de películas, pues en la pubertad y adolescencia son grandes consumidores de este formato. Se sentirán más atraídos por las imágenes que visualizan y por lo tanto por la materia, que aquellos que presencian una clase tradicional expositiva apoyada en los problemas para desarrollar los contenidos procedimentales. Durante los pequeños problemas en el laboratorio es evidente que la atención de los alumnos estará más presente y deben ser más conscientes de lo que hacen. Sin embargo ¿serán ellos capaces de apreciar el cambio actitudinal? Se espera que sí pero sólo la revisión de los datos reales confirmará la idea inicial.

El esfuerzo lo pueden percibir de la misma forma en los tres grupos sin sufrir los resultados una variación que se deba tener en cuenta. En caso de modificación con respecto al cuestionario previo se espera que la sensación de esfuerzo realizado sea menor. Se pretende facilitar el aprendizaje con los métodos planteados y acercar al alumno la ciencia desde la aplicabilidad para que la asimilación y la reflexión no supongan una inversión de tiempo elevado si no un tiempo de calidad, aprovechando cada actividad para aclarar dudas, pues el diálogo es la base de los recursos planteados y gracias a la observación se activa la memoria generando así el aprendizaje.

Por último, con respecto a la constancia, apostar por una tendencia clara en todos los grupos y cursos es difícil. Se mantendrá en niveles similares pues en estas etapas educativas no son muy conscientes del propio significado de la palabra y la ponen escasamente en juego. Claramente según estudios revisados (Coca, 2012) los estudiantes se declaran abiertamente poco constantes y un grado de implicación bajo. La cuestión es si se producirá un aumento después de la aplicación de la investigación. Cabe pensar que, si se cumple la premisa de aumento de la motivación e interés, el gusto por aprender y la curiosidad aumentará consecuentemente también la constancia.

A partir de la pregunta 4, se examina no sólo la variación de motivación y gusto por la ciencia, los estudiantes deben comentar si los recursos en concreto empleados han contribuido de manera directa o no tanto en el nivel de atención como de comprensión. Es decir ¿qué atribuciones hacen a la metodología empleada? ¿es verdad que el uso de nuevos recursos, más activos y participativos mejora la asimilación, la visión de la Física y Química? A lo largo de la pregunta 4 se está redundando sobre temas ya tratados a lo largo del cuestionario, pero se considera necesario corroborar las opiniones de los alumnos.

En la pregunta 5 se espera que el grupo A, metodología tradicional, valore negativamente los apartados: autoaprendizaje, contribución al trabajo en equipo, mejor comprensión, utilidad en la vida cotidiana. Para los otros dos grupos, B y C las expectativas van encaminadas hacia una calificación positiva de cada uno de los ítems. Tanto para el autoaprendizaje como para el

trabajo cooperativo las cotas de puntuación serán más elevadas en aquellos que han trabajado en el grupo de laboratorio por descubrimiento que para el grupo de cine y series. A nivel de comprensión y contextualización se esperan resultados similares, que se analizarán posteriormente con los [ejercicios tipo](#), al igual que con respecto a la coherencia. Sin embargo y ya que la clase de cine está diseñada de tal manera que se fundamente en el análisis verbal de la escena se piensa que el grupo valorará positivamente el desarrollo del pensamiento propio y crítico. Han de ver el fragmento seleccionado con ojo de científico y no como un espectador al uso. A pesar de esta justificación la diferencia de puntuación entre el grupo B y C, para este último criterio no será significativa.

En la cuestión 6 nos interesa conocer la percepción de cada una de las propuestas y si se ha realizado bien la adaptación del recurso a los contenidos, medios y principalmente al interés y gusto del estudiante. Es muy importante analizar este apartado pues nos dará la información necesaria para futuras mejoras dentro del círculo de calidad. Se prestará especial interés en los comentarios de los alumnos de 2º de ESO sobre la propuesta de cine pues como ya se ha citado, cada uno de los fragmentos son muy diferentes y excepto *Blancanieves y los siete enanitos*, las escenas o películas no forman parte del repertorio habitual del adolescente del siglo XXI. En función de la utilidad que perciban se tomarán decisiones futuras. Aquellas propuestas que no tengan una buena aceptación se revisarán o se prescindirá de ellas en próximas ocasiones. En alusión a ello aparece la cuestión 7.

Por otra parte, dejando a un lado los cuestionarios es vital que el docente anote aquellas conversaciones, diálogos e interacciones que considera relevantes a la hora de conocer la mejora actitudinal del estudiante en relación con su motivación. Las sesiones en el laboratorio son las más propensas a entablar conversaciones y debates entre iguales para resolver los pequeños retos sin presencia del docente.

### 6.1.1.3 Análisis de la mejora en la comprensión y aplicación-asimilación de contenidos.

Las interacciones entre iguales, la necesidad de verbalizar conocimientos, proponer soluciones o analizar una imagen el laboratorio por descubrimiento como en el cine como recurso didáctico se presupone una asimilación más profunda de la materia que se verá avalado por los resultados de los [ejercicios tipo diseñados para 2º de ESO](#) y para [4º](#).

Hay bibliografía al respecto que no avala los buenos resultados de la indagación en pruebas tipo PISA pero ponen de manifiesto la calidad del aprendizaje gracias a los laboratorios por descubrimiento, más profundo, con ideas claras de los contenidos trabajados a pesar de los malos resultados a la hora de resolver ciertos problemas numéricos. Las respuestas de los grupos de recursos cercanos a la innovación se esperan más justificadas con mayor rigor científico que aquellas dadas por estudiantes del método tradicional sin embargo esto tan sólo es una conjetura. Al haber trabajado el pensamiento crítico y el razonamiento se entiende que es un aval de mejora de comprensión de los contenidos (Efthimiou & Llewellyn, 2003; Rodríguez & Pérez, 2016; Romero-Ariza, 2017).

Con respecto al recurso cinematográfico, ayuda a mejorar la contextualización y con ello la visión del alumno a la hora de interpretar la aplicación de conceptos y leyes. Por este motivo se entiende que habrá un aumento en los logros académicos, las imágenes cinematográficas perduran mucho tiempo en la memoria si ocasiona impacto visual. Seguro que la mayoría de nosotros somos capaces de reproducir una escena de una película que vimos durante nuestra infancia o de recordar aquellas que nos provocasen cierta emoción o reflexión.

Por la proximidad al método científico real y considerando que el recurso de laboratorio por descubrimiento es el más empírico de todos se puede comentar que será el que mejores resultados alcanzará a nivel de comprensión, asimilación y reflexión.

Las hipótesis planteadas a lo largo de este epígrafe deberán ser refutadas y verificadas por los resultados obtenidos, en caso contrario, se debe realizar una mejora de las actividades y propuestas, considerando reformular los cuestionarios por falta de información válida si se considerase necesario.

Se podría incluso evaluar y contrastar los datos con otros estudios similares sobre la relación entre interés/motivación y método de enseñanza. Incluso con los mismos datos se podría comparar los resultados en función del género, o los factores socioeconómicos más cercanos al alumno, pero para eso se debería añadir otro tipo de cuestiones.

Los resultados son aproximaciones y referencias, se deben tomar como resultados de partida, pero nunca debería condicionar el análisis de los resultados reales si en algún momento se implementara la propuesta.

#### *6.1.1.4 Análisis de los aspectos del diseño.*

El primero de los aspectos relevantes del diseño son los cuestionarios. Se revisarán si se detecta que no son lo suficientemente útiles o si la información recabada no es la esperada en términos cuantitativos y cualitativos.

En segundo término, las propuestas de actividades son el eje central de cada uno de los recursos. A lo largo de su diseño creo que es necesario dejar constancia de la dificultad a la hora de adaptar un fragmento de cine o serie de televisión a los contenidos de química. El proceso de selección es laborioso y al ser el foco de la investigación estudiantes de menos de 16 años se debe tener especial cuidado en las escenas seleccionadas. La elaboración de las actividades basadas en el medio audiovisual conlleva un esfuerzo del profesor. Sería conveniente contar en el equipo de trabajo o en el entorno cercano con consumidores de cine y series de televisión que sean una fuente de información y referencias. Hay muchas alusiones en páginas web y artículos relacionados con el mundo de la física no tanto con la química. Son una buena ayuda para comenzar a elaborar las actividades. En niveles superiores la adaptación sería más fácil de realizar pues el nivel académico y de conocimientos es mayor. En ocasiones los diálogos son demasiados específicos, hacen alusión a compuestos químicos y a sus propiedades.

En particular, la propuesta de 2º de ESO relacionada con las sustancias puras, mezclas, disoluciones, métodos de separación tiene una larga vida como recurso educativo. No sólo se

puede emplear en el curso objetivo, pues, por la variedad de imágenes y contenidos es muy interesante tener la posibilidad de emplear las mismas secuencias como ejercicio de activación de conceptos aprendidos anteriormente en 4º de ESO como antesala a la ampliación y como parte de una evaluación diagnóstica.

La escena de Blancanieves se puede emplear además para tratar el tema de cambios de estado de agregación en 3º de ESO incluso como introducción a las reacciones químicas.

Con respecto a la actividad de 4º de ESO basada en una popular serie de televisión, no sólo tiene una elevada carga teórica y práctica si no los contenidos actitudinales están presentes en todo el fotograma. La escena es mucho más que pura ciencia, fomenta las relaciones entre iguales, habla del respeto, la curiosidad por aprender y da una visión del profesor amable, cercano e implicado con sus alumnos.

Desde el punto de vista de la investigación, es decir laboratorio por descubrimiento, su diseño también conlleva un grado de implicación e inversión de tiempo elevado. Encajar las propuestas, elaborar un guion adecuado y saber dar respuesta a las necesidades de todos los alumnos es fundamental. Durante este tipo de tarea la retroalimentación debe ser un factor importante, conocer las necesidades del estudiante, como procesa la información y aplica técnicas de observación, contraste o producción darán pistas del buen desarrollo.

A la hora de realizar las adaptaciones a los contenidos de 2º y 4º, se han encontrado más propuestas y ejemplos relacionados con la química, al contrario que en otro recurso. Plantear actividades de física en un laboratorio de secundaria donde los alumnos lleven el timón de la actividad parece más complejo por el tipo de material que se precisa y las leyes y principios que se deben aplicar. A nivel de química, al menos por lo que yo pude apreciar durante el Prácticum, el laboratorio está mejor abastecido y la relación entre la química y la vida cotidiana parece más obvia para los estudiantes. Un ejemplo es pensar en el mundo de la cocina.

Otro aspecto para tener en cuenta es ratificar si hay algún tipo de relación entre la motivación y el nivel de comprensión y transmisión de conocimientos.

## **7 Conclusiones**

Esta propuesta de investigación tiene la intención de analizar si las referencias bibliográficas verifican un claro desinterés por parte de los estudiantes de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Viéndose aumentado a medida que avanzamos en los ciclos a pesar de tomar la decisión de cursar la asignatura de Física y Química de motu proprio. Se asume que la elección de un itinerario debería verse afectado por el gusto y motivación hacia las materias que en él se imparten.

El planteamiento pretende demostrar que, con un cambio en la metodología de enseñanza gracias al uso de recursos más innovadores y divertidos el proceso de enseñanza aprendizaje gana cuantiosamente, sea cual sea el instante de la implementación de la propuesta, la experiencia previa y su percepción anterior. Comenzando por atraer la atención y curiosidad

del estudiante. Parece que la motivación es la piedra angular para que la asignatura de Física y Química comience a tener más adeptos y por lo tanto mejorar así la alfabetización científica. No se pretende formar únicamente a futuros científicos ni enfocar la ciencia para los más predispuestos a estudiarla, tan sólo se intenta despertar la curiosidad de los alumnos y que vean una clara relación entre el mundo de la física y la química con el entorno, el medio ambiente y en definitiva la vida cotidiana.

Si el alumno es el sujeto activo del aprendizaje en los métodos innovadores y diferentes al tradicional, mejorará su percepción, motivación y las ganas por continuar aprendiendo. El propósito no sólo es mejorar los contenidos actitudinales, es analizar si los estudiantes son capaces de aplicar lo aprendido en otro contexto, es decir, averiguar si existe transferencia de conocimiento. Las propuestas de cine y laboratorio por descubrimiento se han diseñado para favorecer y facilitar la visión integral de la ciencia, su aplicación y trabajar sobre un entorno familiar. Se busca por lo tanto un aumento en el conocimiento y mejor asimilación, que se logrará de la mano del aumento de emociones.

A lo largo del periodo y proceso de desarrollo y evolución de la propuesta de innovación he dedicado tiempo a pensar en la profesión docente. Buscar información sobre recursos para motivar a los alumnos hace que me invada una pregunta ¿Y quién motiva a los docentes? La experiencia vivida en el Prácticum y las horas dedicadas al planteamiento de las actividades de este documento me han dado la respuesta. Desde mi punto de vista el docente encuentra el mejor de los alientos en facilitar y transmitir su conocimiento. Apreciar que un recurso o una actividad diseñada por él con un fin concreto es efectiva es la mejor recompensa. Observar el avance de los estudiantes, el cambio emocional que genera el conocimiento o las muestras de gratitud que manifiestan de vez en cuando es una recompensa para el profesor en el desempeño de su profesión. No sólo es un vehículo de conceptos y principios, pues para implementar recursos nuevos es necesario aprender a trabajar con ellos y anticiparse a las posibles preguntas de los alumnos, pues trabajar con tareas más abiertas genera preguntas inesperadas.

He aprendido a ver el cine o las series de televisión con otro prisma más crítico y profesional sin estar reñido con el propio disfrute personal. Buscar referencias y contenidos válidos en las películas ha agudizado la visión analítica de las escenas. Inicialmente me he centrado en géneros próximos a la ciencia y tecnología sin embargo la física y la química están presentes permanentemente en nuestras vidas y el medio audiovisual es un reflejo de ello. Por ese motivo he terminado buscando referencias en películas de géneros muy dispares, incluso de humor.

He descubierto otro tipo de laboratorio, más enriquecedor, flexible y próximo a la realidad de los alumnos. Les ofrece la posibilidad de crear, pensar y relacionar los conocimientos aprendidos, pero sobre todo tienen la opción de ver diferentes formas de encontrar la solución a un mismo problema. Continuar trabajando sobre la actividad denominada laboratorios por descubrimiento puede ser un buen principio para los profesores noveles, cómo yo, que tienen cierta inquietud por trabajar desde un punto de vista más empírico en el aula, pero no disponen de demasiados medios. Hay que buscar información, preparar bien la documentación para que las actividades requieran material accesible, preferiblemente sin manipulación de compuestos nocivos o instrumentos de difícil uso.

En definitiva, el periodo de creación de esta propuesta junto con las prácticas han sido un proceso de reflexión, de apertura de nuevas posibilidades formas de enseñanza y de asentamiento de los pilares para ejercer en un futuro una profesión que debería ser una forma de entender la vida. Indagar, buscar estrategias en función de los alumnos y inquietudes, estar al día con los nuevos recursos o cambios de metodología y ser capaz de adecuarlos es una faceta fundamental para alcanzar el éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esta propuesta de investigación tan sólo pretende dar aliento gracias a los resultados a todos los docentes que apuestan por incorporar otro tipo de actividades en el aula. No se pretende dejar a un lado las clases expositivas, más tradicionales que tan buenos resultados han dado durante muchos años si no ser capaz de compaginar con otros recursos y aplicar métodos constructivistas. Poner en evidencia los beneficios del cine en la enseñanza o la mejora del autoconcepto al trabajar de manera más autónoma en el laboratorio, es tan sólo un ejemplo del amplio abanico de posibilidades que se presentan hoy en día en relación con el proceso enseñanza-aprendizaje. Se debe encontrar una adaptación a la realidad actual, es evidente el cambio del perfil académico de los estudiantes y con él se debería dar paso en el aula a nuevos retos y maneras de enseñanza. Compatibilizar pasado educativo, presente y un posible futuro ayudará a enfrentar la difícil tarea de alcanzar una educación integral haciendo uso de todas las herramientas que estén al alcance de los docentes.

## Referencias bibliográficas

- Alís, J. C., Gil-Pérez, D., Peña, A. V., & Valdez, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 23(2), 157-181.
- Alonso, Á V., & Mas, M. A. M. (2005). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón*, 57(5), 125.
- Andrade, E. A. A. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de tolman y vygotsky. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 8(3), 282-290.
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: Evidence from qatar. *The Journal of Educational Research*, 105(2), 134-146.
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Bolivar, A., Torres, N., & Solbes, J. (2017). Propuesta de contextualizar la enseñanza de la física usando los accidentes de tráfico. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, (Extra), 561-566.
- Caamaño Ros, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, 16(1), 10-19.
- Cañas Cano, M. F. (2019). *ABP: Reestructurando los laboratorios de química* Red de Docencia Universitaria. doi:10.4995/redu.2019.11667
- Carp, D., & Chiacchiarini, P. (2012). Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos. *Avances En Ciencias E Ingeniería*, 3(1), 167-173.
- Coca, D. M. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de física. *Miscelánea Comillas.Revista De Ciencias Humanas Y Sociales*, 70(136), 199-224.
- Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2), 215-235.
- DECLARACIÓN, D. B. (1999). *Marco General De Acción De La Declaración De Budapest*,
- Efthimiou, C., & Llewellyn, R. (2003). Physics in films. *A New Approach to Teaching Science.Proceedings of EISTA*, , 1-11.
- Fensham, P. J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fernández, L. T., & Granda, S. G. (2012). La química en el cine: Ficción o realidad. Paper presented at the *Anales De La Real Sociedad Española De Química*, (1) 44-48.

- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2010). Curriculum design for inquiry: Preservice elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 820-839.
- Gangoli, S., & Gurumurthy, C. (1995). A study of the effectiveness of a guided open-ended approach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, 17(2), 233-241.
- García, R. (2007). El cine como recurso didáctico. *Eikasía.Revista De Filosofía*, 3(13), 123-127.
- García-Borrás, F. J. (2006). Cuando los mundos chocan. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 3(2), 268-286.
- García-Borrás, F. J. (2009). Bienvenido mister cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, , 79-91.
- González, J. M. V., & Torija, B. B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, , 185-202.
- Grandy, R. E., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a Conference12.
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C., Deca, L., Grangeat, M., . . . Welzel-Breuer, M. (2015). Report to the european commission of the expert group on science education. *Science Education for Responsible Citizenship*,
- Hoyos, A. J. (2005). Vídeo argumental y educación en ciencias: Una relación paradójica. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana De Comunicación Y Educación*, (24), 121-128.
- Insausti, M. J., & Merino, M. (2016). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 5(2), 93-119.
- Jiménez, G., Llobera, R., & Llitjós, A. (2005). Los niveles de abertura en las prácticas cooperativas de química. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 4(3), 16-42.
- Manzano, A. P., & de Pro Bueno, Antonio José. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. Paper presented at the *Las Emociones En La Enseñanza Y El Aprendizaje De Las Ciencias Y Las Matemáticas*, 495-520.
- Marbà, A., & Márquez, C. (2010). ¿ Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias?: Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 28(1), 19-30.
- Martínez, M. J. F., Amado, C. D., Sánchez, E. G., & Sánchez, J. E. G. (2005). Metodología docente para la utilización del cine en la enseñanza de la microbiología médica y las enfermedades infecciosas. *Revista De Medicina Y Cine*, 1(1), 17-23.

- McConney, A., Oliver, M. C., WOODS-McCONNAY, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: A retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980.
- Merino, J., & Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de química: Una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 6(3), 630-648.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Moreno Lupiáñez, M., & José Pont, J. (1999). *De king kong a einstein: La física en la ciencia ficción* Edicions UPC.
- Moreno, M., & José, J. (2009). Superhéroes y gravedad: El valor pedagógico de la ficción. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (60), 43-53.
- Palacios, S. L. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: Una experiencia en el aula. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 4(1), 106-122.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. (2006). “Chemie im kontext”: A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041-1062.
- Pérez González, N. (2017). *El cine como recurso en la enseñanza de la física*
- Pérez, B. C., & Cambeiro, F. C. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, , 1201-1201.
- Pérez, B. C., Otero, J. R. G., & Aleixandre, M. P. J. (2013). Indagación en el laboratorio de química. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (74), 49-56.
- Pérez, D. G., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana De Educación*, 42(1), 31-53.
- Pérez, J. J. S. (2018). Aprender física y química “jugando” con laboratorios virtuales. *Revista De La Real Sociedad Española De Química*, 114(1), 40-41.
- Pérez, M. F. P., & Matarredona, J. S. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 30(2), 55-72.
- Pérez, M. F. P., & Matarredona, J. S. (2015). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). propuesta didáctica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 12(2), 311-327.

Quílez, M. J. G., Peña, M. B. M., de la Gándara Gómez, Milagros, Hernández, J. M. C., & Gracia, Á L. C. (2008). De la universidad a la escuela: No es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, (63), 81-100.

Quirantes Sierra, A. (2011). Física de película: Una herramienta docente para la enseñanza de física universitaria usando fragmentos de películas.

Retamosa, C. G. (2004). Laboratorios y batas blancas en el cine. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, , 52-63.

Robles, A., Solbes Matarredona, J., Cantó Doménech, J., & Lozano Lucia, Ó R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la enseñanza secundaria obligatoria. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 2015, Vol.14, Num.3, P.361-376,

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of europe, brussels: European commission. *Recuperado De: [Http://Ec.Europa.Eu/Research/Science-Society/Documen-T\\_library/pdf\\_06/Report-Rocard-Onscience-Education\\_en.Pdf](Http://Ec.Europa.Eu/Research/Science-Society/Documen-T_library/pdf_06/Report-Rocard-Onscience-Education_en.Pdf)*,

Rodríguez, L. G., & Pérez, B. C. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 34(3), 143-160.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación:¿ Existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 14(2), 286-299.

Sánchez, R. G. (1994). ¿ Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (2), 27-36.

Séré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio:¿ Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza De Las Ciencias*, 20(3), 357-368.

Silva, J. G. (2016). Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. dos escuelas paralelas que deben encontrarse en las aulas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 13(1), 137-148.

Solbes, J. (2011). ¿ Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (67), 53-61.

Solbes, J., Gutiérrez, O. L., & Molina, R. G. (2008). Juegos, juguetes y pequeñas experiencias tecnocientíficos en la enseñanza aprendizaje de la física y química y la tecnología. *Investigación En La Escuela*, (65), 71-88.

Torres Merchan, N. Y., Bolivar, A., Solbes Matarredona, J., & Parada, M. (2018). Percepciones de los estudiantes sobre la enseñanza de la física en la educación secundaria. *Revista UDCA Actualidad Y Divulgación Científica*, 2018, Vol.21, Num.2, P.Julio-Dic,

Valgañón, B. R. (2017). Comparación entre modelos didácticos en la enseñanza práctica de la química. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, (Extra), 4059-4064.

Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, , 274-292.

### **Bibliografía web**

Alcazar, A. L. (26 de noviembre de 2018). *SAVINARTE. Los antecedentes del cinematógrafo*. Obtenido de <https://savinarte.com/2018/11/26/los-antecedentes-del-cinematografo/>

## ANEXO I

### Cuestionario previo motivación/interés.

Grupo de pertenencia,       A                       B                       C

1. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, si la enseñanza recibida hasta la fecha ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología (1 corresponde a una valoración muy negativa mientras 5 es la máxima valoración positiva).
  
2. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, tu forma de ver las siguientes asignaturas, sin tener en cuenta el profesor que la imparte (1 valoración muy negativa y 5 máxima valoración positiva).

Asignaturas	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Inglés					
Matemáticas					
Física y Química					
Lengua Castellana Y Literatura					
Geografía e Historia					
Educación Física					
Música					

*Tabla 3 Asignaturas de 2º ESO*

Asignaturas	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Inglés					
Matemáticas					
Física y Química					
Lengua Castellana Y Literatura					
Geografía e Historia					
Educación Física					
Religión/Valores éticos					
Economía					
Latín					
Biología y Geología					

*Tabla 4 Asignaturas de 4º ESO*

Se presentan tablas de asignaturas diferentes en relación con el curso objetivo, 2º y 4º de ESO.

3. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, los siguientes factores que influyen en la enseñanza de Física y Química (1 nada interesante frente a 5 muy interesante).

Importancia en la sociedad, alfabetización científica		Los libros de texto y el resto de material empleado para dar clase		Las características de la Física y Química		Cualidades del profesor	
---	--	--	--	--	--	-------------------------	--

Factores ambientales, influencia de los padres, amigos...		Los ejercicios y tareas que se realizan		Las características especiales en la enseñanza y aprendizaje.		Mi forma de ser, mi personalidad	
---	--	---	--	---	--	----------------------------------	--

4. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, las siguientes razones que te motivan en tu estudio de Física y Química (1 muy poca motivación frente a 5 que es la máxima motivación).

Estudiar bachillerato de ciencias		Trabajo futuro		Requisito académico y aprobar la asignatura		Afán de conocer la cultura científica	
Estudiar Grado ciencias/ingeniería/		Educación más completa		Entender dispositivos de la vida cotidiana, horno, motor...		Comprender fenómenos d la vida cotidiana	

5. Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesante la asignatura de física y química.

6. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales los siguientes aspectos relacionados con la asignatura de Física y Química (1 es valoración muy negativa y 5 la máxima puntuación positiva posible)

Interés	Atención	Esfuerzo	Constancia

7. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en la asignatura de Física y Química (1 es una valoración muy negativa y 5 la máxima puntuación positiva)

Prácticas de laboratorio		Problemas numéricos		Experiencias demostrativas	
Visitas a fábricas, museos..		Videos		Trabajos de investigación	
Explicaciones teóricas		Comentario de noticias		Elaboración de murales	
Usos de juegos y juguetes		Tertulias y debates		Uso de aplicaciones informáticas (TIC)	

## ANEXO II

### Cuestionario final motivación/interés.

Grupo de pertenencia,       A                       B                       C

1. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, tu forma de ver las siguientes asignaturas, sin tener en cuenta el profesor que la imparte (1 valoración muy negativa y 5 máxima valoración positiva).

Asignaturas	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Inglés					
Matemáticas					
Física y Química					
Lengua Castellana Y Literatura					
Geografía e Historia					
Educación Física					
Música					

*Tabla 5 Asignaturas de 2º ESO*

Asignaturas	Interesante	Útil	Divertida	Fácil	Práctica
Inglés					
Matemáticas					
Física y Química					
Lengua Castellana Y Literatura					
Geografía e Historia					
Educación Física					
Religión/Valores éticos					
Economía					
Latín					
Biología y Geología					

*Tabla 6 Asignaturas de 4º ESO*

Se presentan tablas de asignaturas diferentes en relación con el curso objetivo, 2º y 4º de ESO.

2. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales, las siguientes razones que te motivan en tu estudio de Física y Química (1 muy poca motivación frente a 5 que es la máxima motivación).

Estudiar bachillerato de ciencias		Trabajo futuro		Requisito académico y aprobar la asignatura		Afán de conocer la cultura científica	
Estudiar Grado ciencias/ingeniería/		Educación más completa		Entender dispositivos de la vida cotidiana, horno, motor...		Comprender fenómenos d la vida cotidiana	

3. Valora de 1 a 5 pudiendo usar decimales los siguientes aspectos relacionados con la asignatura de Física y Química (1 es valoración muy negativa y 5 la máxima puntuación positiva posible)

Interés	Atención	Esfuerzo	Constancia

4. Valora de 1 a 5, pudiendo emplear decimales, la percepción de los siguientes ítems (1 es la puntuación más baja: nada y 5 la más alta posible: mucho)

¿Te han gustado las clases de Física y Química?	¿En qué medida te han gustado los medios empleados?	¿Has estado más atento?
¿Los medios empleados han ayudado a que estés más atento?		

5. Valora de 1 a 5, pudiendo emplear decimales, el nivel de mejoría que has notado durante las sesiones de Física y Química (1 es la puntuación más baja: nada y 5 la más alta posible: mucho).

Contribución al autoaprendizaje	Mejor comprensión	Ayuda ponerte en la situación	¿Encuentras coherencia entre la práctica y la teoría?
La Física y Química están relacionadas con acontecimientos de la vida real	Contribución al trabajo en equipo	Desarrollo del pensamiento propio y crítico	

6. Detalla que opinión te merece el recurso empleado:

- Si perteneces al grupo B, comenta brevemente que secuencia cinematográfica es la que más te ha gustado y cuál es la que te ha resultado más útil.
- Si perteneces al grupo C comenta que experiencia por descubrimiento es la que más te ha gustado y cuál es la que te ha resultado más útil.

7. Cita aquellas actividades que no te han gustado, las que no te han resultado interesantes y aquellas que te han parecido demasiado complicadas. ¿Suprimirías alguna de ellas para futuros alumnos?

## **ANEXO III**

### **Preguntas y problemas para 2º de ESO:**

*Envío roto. Hemos realizado un pedido para el laboratorio del Instituto, en él se encargó sal común, sulfato de cobre y limaduras de hierro. Cada sustancia estaba empaquetada de manera individual sin embargo durante el transporte ha habido un incidente y nos ha llegado el envío mezclado. Por un lado, una mezcla color blanca con limaduras de hierro y por otro lado una disolución de color azul. Plantea los pasos que darías para recuperar el pedido realizado.*

*¿Qué tipo de mezcla es la sangre? ¿O piensas que es una sustancia pura? ¿Por qué? ¿Cómo la separarías? Justifícalo.*

### **Preguntas y problemas para 4º de ESO<sup>3</sup>:**

*¿Por qué motivo los grandes barcos de miles de toneladas y contruidos con materiales pesados flotan sin hundirse?*

*El voleibol se juega con un balón de unos 270 g y 21 cm de diámetro. En un partido el balón fue a parar a una piscina con una fuerza tal que casi llegó hasta el fondo de esta y luego subió a la superficie. Calcula: a) La fuerza que ejerció el agua de la piscina sobre el balón. b) La aceleración con que subió el balón hasta la superficie. c) Suponiendo que la densidad del balón era uniforme, ¿qué parte de éste sobresalía del agua?*

*Explica el motivo que lleva a los submarinistas a: a) Utilizar cinturones con plomo para descender. b) Durante el ascenso a la superficie van exhalando lentamente. c) No pueden descender a la misma profundidad que un submarino.*

### **Criterios de corrección**

#### **Preguntas y problemas para 2º de ESO:**

*Envío roto. Hemos realizado un pedido para el laboratorio del Instituto, en él se encargó sal común, sulfato de cobre y limaduras de hierro. Cada sustancia estaba empaquetada de manera individual sin embargo durante el transporte ha habido un incidente y nos ha llegado el envío*

---

<sup>3</sup> Las actividades para comprobar si existe transferencia de conocimientos están disponibles en: <http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiarquitectopalacios/system/files/EXAME-LUNS.pdf>.

mezclado. Por un lado, una mezcla color blanca con limaduras de hierro y por otro lado una disolución de color azul. Plantea los pasos que darías para recuperar el pedido realizado.

- 2 puntos. Si se plantean los pasos adecuados de separación de las dos muestras y se justifica correctamente.
- 1 punto. Si se justifican los métodos de separación de una de las muestras.
- 0 puntos. Si no se separa bien ninguna de las mezclas.

¿Qué tipo de mezcla es la sangre? ¿O piensas que es una sustancia pura? ¿Por qué? ¿Cómo la separarías? Justifícalo.

- 2 puntos. Si se indica que la sangre es una mezcla heterogénea y se justifica. Centrifugación, separación del plasma sanguíneo debido al efecto de una fuerza y la diferencia de densidades se produce la sedimentación del compuesto más denso.
- 1 punto. Se indica que la sangre es una mezcla homogénea pero no se conoce el método de separación.
- 0 puntos. No se indica el tipo de mezcla correcto ni el método de separación.

Preguntas y problemas para 4º de ESO<sup>4</sup>:

¿Por qué motivo los grandes barcos de miles de toneladas y contruidos con materiales pesados flotan sin hundirse?

- 2 puntos. Los barcos se construyen de tal manera que el volumen desplazado de agua sea tal que el empuje originado se equilibra con el peso del barco. Enunciar Principio de Arquímedes.
- 0 puntos. No se hace alusión al empuje ni al Principio de Arquímedes.

El voleibol se juega con un balón de unos 270 g y 21 cm de diámetro. En un partido el balón fue a parar a una piscina con una fuerza tal que casi llegó hasta el fondo de ésta y luego subió a la superficie. Calcula:

a) La fuerza que ejerció el agua de la piscina sobre el balón.

- 2 puntos. Como el balón de hunde por completo el empuje debe ser igual a la fuerza que la pelota.

$$E = V_{\text{desalojado}} * g * \rho_{\text{fluido}} = \frac{4}{3} \pi * r^3 * g * \rho_{\text{agua}} = 47,5 \text{ N}$$

- 1 punto. Si está bien el resultado, pero no incluye una breve explicación o justificación. O hay justificación, bien planteado, pero numéricamente mal calculado. O bien explicado, calculado, pero no hay unidades.
- 0 puntos. Ni explicación ni planteamiento ni cálculos correctos.

b) La aceleración con que subió el balón hasta la superficie.

- 2 puntos. La pelota asciendo porque el empuje es superior al peso. Aplicando la 2º ley de Newton.

$$E > P \quad \sum F = m_{\text{pelota}} * a \quad E - P = m_{\text{pelota}} * a \\ a = 166 \text{ m/s}^2$$

---

<sup>4</sup> Las actividades para comprobar si existe transferencia de conocimientos están disponibles en: <http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiarquitectopalacios/system/files/EXAME-LUNS.pdf>.

- 1 punto. Si está bien el resultado, pero no incluye una breve explicación o justificación. O hay justificación, bien planteado, pero numéricamente mal calculado. O bien explicado, calculado, pero no hay unidades.
- 0 puntos. Ni explicación ni planteamiento ni cálculos correctos

c) *Suponiendo que la densidad del balón era uniforme, ¿qué parte de este sobresalía del agua?*

- 2 puntos. En el instante que se alcanza el equilibrio y la pelota flota el peso es igual al empuje que ejerce el agua sobre el volumen sumergido.

$$E = P \quad V_{\text{sumergido}} * g * \rho_{\text{fluido}} = V_{\text{total de la pelota}} * g * \rho_{\text{pelota}}$$

$$\frac{V_{\text{sumergido}}}{V_{\text{total de la pelota}}} = \frac{\rho_{\text{pelota}}}{\rho_{\text{fluido}}} = 0,0557 \rightarrow 5,6\%$$

- 1 punto. Si está bien el resultado, pero no incluye una breve explicación o justificación. O hay justificación, bien planteado, pero numéricamente mal calculado.
- 0 puntos. Ni explicación ni planteamiento ni cálculos correctos.

*Explica el motivo que lleva a los submarinistas a:*

a) *Utilizar cinturones con plomo para descender.*

- 2 puntos. Los pesos de plomo del cinturón aumentan el peso del submarinista.
- 0 puntos. No hace alusión al aumento de peso del submarinista.

b) *Durante el ascenso a la superficie van exhalando lentamente.*

- 2 puntos. Al disminuir la presión de un gas durante el ascenso, aumenta su volumen proporcionalmente-Ley de Boyle-. Se expulsa lentamente el aire para que no se vean afectados los pulmones por un aumento excesivo de los mismos causado por la capacidad de aire.
- 1 punto. Explica la Ley de Boyle, pero no es capaz de relacionarla con la actividad planteada.
- 0 puntos. No responde correctamente no enuncia la ley.

c) *No pueden descender a la misma profundidad que un submarino.*

- 2 puntos. El cuerpo no soporta una presión tan elevada.
- 0 puntos. Respuesta incorrecta. No se hace alusión al aumento de presión con la profundidad marina.