



## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Diseño de una propuesta didáctica de prácticas de laboratorio para  
analizar el efecto de la estrategia metodológica aprender  
enseñando en estudiantes de 1º de Bachillerato**

**Autora:** María Mena Serna

**Tutora:** M.<sup>a</sup> del Pilar Redondo Cristóbal

**Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanza de Idiomas**

**Facultad de Educación y Trabajo Social – Facultad de Ciencias**

**Universidad de Valladolid**

**Curso 2020/2021**

Transmitir mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han formado parte de esta etapa.

A mi tutora, la Doctora M.<sup>a</sup> del Pilar Redondo Cristóbal por su ayuda y apoyo durante este trabajo.

Al Doctor Juan A. Casares González por haber sembrado en mí la motivación para elegir este Trabajo Fin de Máster.

También expresar mi agradecimiento al IES Diego de Praves, a mi tutora Laura y a Ana por hacer posible este Trabajo Fin de Máster.

Por último, a mi familia, a mis amigos y a mi novio, por estar a mi lado durante todos estos años.

## RESUMEN

Con el fin de mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje en las aulas es de vital importancia la búsqueda continua de innovación. El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) muestra el diseño de una propuesta didáctica de innovación, basada en la estrategia metodológica aprender enseñando, con la que se pretende aumentar la motivación y fomentar un aprendizaje significativo en el alumnado.

En primer lugar, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre los beneficios de la estrategia metodológica aprender enseñando y su evolución a lo largo de los años.

En segundo lugar, se ha diseñado una propuesta didáctica estructurada a lo largo de un curso académico, en la que se plantea que sea el alumnado de 1º de Bachillerato el que aprenda enseñando a sus compañeros de 2º de ESO (Educación Secundaria Obligatoria). Para ello, los estudiantes de 1º de Bachillerato se deben preparar el material a explicar de forma tanto teórica como práctica. La propuesta didáctica consta de un total de once prácticas en las que se trabajan contenidos tanto de 1º de Bachillerato como de 2º de ESO, habiéndose tenido en cuenta el currículo de ambos cursos en todo momento. Del conjunto de las once experiencias de laboratorio, durante el período del prácticum, se han podido realizar dos de las experiencias de laboratorio con el alumnado del centro, lo que ha permitido comprobar la efectividad de la estrategia metodológica aprender enseñando.

Finalmente, para comprobar dicha efectividad se han propuesto un total de doce cuestiones de respuesta corta (cuatro de cada una de las dos prácticas realizadas y cuatro para conocer el grado de satisfacción del alumnado). Haciendo uso de una rúbrica de evaluación, se han analizado los resultados. De esta manera, se ha podido comprobar que, efectivamente, el hecho de que el alumnado tenga que prepararse el material y después enseñarlo tiene efectos positivos en la mejora del aprendizaje significativo.

## ABSTRACT

In order to improve the quality of the teaching-learning process, the continuous search for innovation in the classroom is crucial. This TFM shows the design of a didactic innovation proposal, based on the methodological strategy of learning-by-teaching, which aims to increase motivation and encourage meaningful learning in students.

In the first place, a bibliographic review was carried out that shows the benefits of the learning-by-teaching methodological strategy and its evolution over the last years.

Secondly, the didactic proposal has been structured throughout an academic year, where are the students of 1º Bachillerato who learn-by-teaching their classmates of 2º ESO. To do this, they must previously prepare the material that they will have to explain both, theoretically and practically. The didactic proposal consists of a total of eleven practices in which contents of both 1º Bachillerato and 2º ESO are worked on, keeping the curriculum of both grades in mind. During the practicum, two of the laboratory experiences have been carried out with the students of the high school. They have made it possible to verify the effectiveness of learning-by-teaching.

Finally, to verify such effectiveness, a total of twelve short answer questions have been proposed to the students (four of each of the two practices carried out and four to know the satisfaction level). Using an evaluation rubric the results have been analyzed. In this way, it has been found that the fact that students have to prepare the material and then teach it, has positive effects on improving meaningful learning.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN .....	7
3. OBJETIVOS .....	13
3.1.OBJETIVO GENERAL .....	13
3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. MARCO LEGAL.....	14
5. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD .....	16
6. COMPETENCIAS CLAVE .....	18
7. CONTENIDOS.....	21
7.1.CONOCIMIENTOS PREVIOS.....	21
7.2.CONTENIDOS TRANSVERSALES.....	22
8. METODOLOGÍA .....	23
9. PROPUESTA DIDÁCTICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	25
9.1.RELACIÓN DE LA PROPUESTA CON EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LOS CURSOS DE 2º DE ESO Y 1º DE BACHILLERATO.....	25
9.2.TEMPORALIZACIÓN .....	27
10. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS REALIZADAS .....	29
10.1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	29
10.2. DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS.....	30
10.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS .....	35
10.4. EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS .....	40
11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	47
12. EVALUACIÓN.....	73
12.1. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN .....	74
12.2. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA POR EL ALUMNADO.....	76
13. CONCLUSIONES .....	79
14. BIBLIOGRAFÍA .....	80
15. LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS .....	83
16. ANEXOS .....	86

# 1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física y la Química se ha convertido, con los años, en una lucha para los docentes cuyo objetivo es que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia sea efectivo, algo que se puede conseguir en gran medida con la incorporación de actividades que generen en los estudiantes motivación e interés por estas ramas de la ciencia.

El tema de la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de cualquier materia científica constituye una seria preocupación para el profesorado. En parte esto se debe a que los docentes constatan una falta bastante general de interés del alumnado hacia las disciplinas científicas como la Física y la Química. Esta percepción ha sido corroborada por los propios estudiantes, quienes señalan como causantes de su actitud desfavorable y de su desinterés hacia la ciencia y su aprendizaje, a la enseñanza de una ciencia descontextualizada de la sociedad y de su entorno, poco útil, y a los métodos de enseñanza de los profesores, métodos que califican de aburridos, poco participativos y con escasez de prácticas (**Furió, 2018**).

Una de las estrategias más utilizadas para incentivar esta motivación e interés es el trabajo experimental, el cual es una herramienta fundamental a la hora de que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea efectivo. La importancia de la actividad experimental radica en que brinda la posibilidad de comprobar de manera directa los contenidos conceptuales impartidos en el aula, menguando la cantidad de contenidos abstractos y dando mayor valor a lo visual.

No hay que olvidar que el estudiante, al enfrentarse a la realización de las actividades experimentales, no solamente está comprobando los contenidos conceptuales, sino que también está construyendo su propia visión de los fenómenos que ocurren en la experiencia a través del saber hacer. Esto fomenta en los estudiantes el planteamiento de hipótesis y su comprobación con la realización del experimento, permitiéndoles extraer las conclusiones pertinentes y analizar si se ajustaban o no a lo predicho.

Si a la realización de experiencias en el laboratorio se le añade una forma incluso más innovadora de llevar a cabo el trabajo científico, la motivación aumenta significativamente. Una buena manera de brindar al estudiante la oportunidad de ser parte del proceso de enseñanza-aprendizaje es mediante la estrategia metodológica aprender enseñando. Con esta metodología es el estudiante el que debe prepararse el material que después deberá enseñar

a otro estudiante o grupo de estudiantes. Al tener el alumnado que enseñar a sus compañeros, se ven obligados a profundizar más en el tema que van a enseñar. Además, deben transmitir de forma oral estos conocimientos por lo que también se trabajan sus habilidades comunicativas y la forma en que ordenan y exponen las ideas. Esta estrategia metodológica se puede llevar a cabo en diferentes formatos y para diferentes disciplinas académicas.

En el presente Trabajo Fin de Máster se ha empleado la estrategia metodológica aprender enseñando con un formato de edades cruzadas, siendo estudiantes de 1º de Bachillerato los que enseñan a estudiantes de 2º de ESO, y como área de aplicación la asignatura de Física y Química. Dada la importancia de la actividad experimental en esta materia, esta estrategia metodológica se va a aplicar a través de experiencias de laboratorio. En concreto, se ha diseñado una propuesta didáctica estructurada a lo largo de un curso académico que consta de un conjunto de once prácticas de laboratorio con las que se trabajan contenidos tanto de 1º de Bachillerato como de 2º de ESO, incluidos en el currículo de ambos cursos. Además, durante el período del prácticum se han realizado dos de las prácticas de laboratorio propuestas con el alumnado del centro, lo que ha permitido comprobar los beneficios de la estrategia metodológica aprender enseñando.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Con el fin de enmarcar el presente trabajo, se va a comenzar definiendo qué es el aprendizaje. Según la Real Academia Española, el aprendizaje se define como:

1. Acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa.
2. Tiempo que se emplea en el aprendizaje.
3. Adquisición por la práctica de una conducta duradera.

Como se puede observar, estas definiciones son demasiado generales como para poder utilizarlas en el ámbito educativo. Por ello, a nivel educativo diferentes autores han propuesto otras definiciones:

- Según Ausubel “El aprendizaje es la adquisición y retención de conocimiento como producto de un proceso activo, integrador e interactivo entre el material de instrucción y las ideas pertinentes en la estructura cognitiva del estudiante”, **(Ausubel y Novak, 1983)**.

Ausubel introduce la idea del aprendizaje significativo, es decir, aquel aprendizaje que se caracteriza por la interacción entre los conocimientos previos y los nuevos. En el proceso, los nuevos conocimientos adquieren significado para el individuo y los previos adquieren un significado nuevo o una mayor estabilidad cognitiva, **(Ausubel, 2002)**.

- Vygotsky en su teoría sociocultural considera que el proceso de aprendizaje del individuo depende del contexto de interacción con lo que le rodea, ya sean adultos, pares o la propia cultura. De esta forma, el individuo regula su comportamiento y, con ello, desarrolla sus habilidades mentales, es decir, el pensamiento, la atención, la memoria... Para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje, el individuo tiene que realizar dicho proceso a través del descubrimiento, pudiendo interiorizar el conocimiento recibido y, así, reconstruir el significado que da a ese conocimiento según el contexto en el que se encuentre, **(Lucci, 2006)**.
- Piaget decía que “El aprendizaje es un proceso mediante el cual el sujeto, a través de la experiencia, la manipulación de objetos y la interacción con las personas, genera o construye conocimiento, modificando en forma activa sus esquemas cognoscitivos del mundo que lo rodea mediante el proceso de asimilación y acomodación”.



Fue precisamente Piaget quien creó las bases para la teoría constructivista con sus ideas acerca del desarrollo cognoscitivo y las funciones elementales en el proceso de adquisición del conocimiento. Piaget entiende el aprendizaje como una serie de estructuras cognitivas existentes, que se recombinan junto con los nuevos conocimientos adquiridos para construir un conocimiento nuevo. De esta manera, el desarrollo intelectual es un proceso de reestructuración del conocimiento, el cual comienza debido a un factor externo que no encaja con la concepción previa que se tenía sobre algo, creando un conflicto en el individuo, que se ve obligado a modificar los esquemas anteriores y elaborar ideas nuevas. Deduciéndose así que el conocimiento es propio de cada individuo, dependiendo de su propia interacción con su entorno y la construcción que lleve a cabo con ese conocimiento, **(Piaget, 2019)**.

Edgar Dale con su cono de la experiencia resaltó que el ser humano recuerda más lo que hace, que lo que lee, ve o escucha. Con esto, no se refiere a que haya una jerarquía, sino que los factores que afectan al aprendizaje son flexibles y dependen de cada individuo y de su contexto, pero sí que hace especial hincapié en que la retención del material estudiado está en función del nivel de implicación mientras aprendemos. El cono de la experiencia, por tanto, muestra diferentes métodos de aprendizaje audiovisual, desde los más concretos en la base del cono, hasta los más abstractos en la cima del mismo, **(Dale, 1969)**.



Figura 1. Cono de la experiencia de Dale, **(Excelencemanagement, 2020)**

En la **Figura 1** se puede observar la importancia dada a la experiencia directa como base de ese cono, lo cual es uno de los motivos por los que se han seleccionado las experiencias prácticas en el presente trabajo.

A pesar de que aún hay detractores de fomentar que el alumnado sea una parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje, cada vez es más común la incorporación de nuevas estrategias de aprendizaje en esa línea en las aulas. Según Schmeck (**Schmeck, 1988a y 1988b**) y Schunk (**Schunk, 2019**) “las estrategias de aprendizaje son secuencias de procedimientos o planes orientados hacia la consecución de metas de aprendizaje, mientras que los procedimientos específicos dentro de esa secuencia se denominan tácticas de aprendizaje. En este caso, las estrategias serían procedimientos de nivel superior que incluirían diferentes tácticas o técnicas de aprendizaje”.

Toda estrategia de aprendizaje debe tener como objetivo la forma de selección, adquisición, organización o integración del nuevo conocimiento, teniendo en cuenta la posible modificación de la motivación del estudiante, para que aprenda los contenidos con mayor profundidad (**Weinstein y Underwood, 2014**).

Una de las estrategias que, a pesar de que lleva en uso desde hace años, está comenzando actualmente a hacerse más hueco en el ámbito de la educación es el **aprender enseñando**. Aprender enseñando o *aprender enseñando* (**Duran, 2014**) “consiste en intentar convertir el acto de enseñanza en una actividad de aprendizaje no sólo para los demás, sino también para uno mismo, y a la inversa, convertir toda situación de aprendizaje personal en una oportunidad para enseñar a otros”. En otras palabras, aprendemos enseñando cuando convertimos el proceso de enseñanza-aprendizaje en una actividad con la que se transforman los conocimientos que ya tenemos, y los adquiridos, para poder exponérselos a otra persona con el fin de que aprenda.

Además, cuando estudiamos de forma ordinaria tendemos a engañarnos a nosotros mismos y pensar que ya tenemos un conocimiento suficiente de la materia, cuando aún no la tenemos completamente dominada. Enseñando a otras personas, el proceso cognitivo es diferente, eliminándose la posibilidad de autoengaño al tener a alguien que recibe la información y que puede llegar a cuestionarla.

Lo que se pretende haciendo uso de estrategias de aprendizaje como el aprender enseñando es dejar atrás esa forma tan tradicional de ver la enseñanza, en la que el profesor o maestro era el centro de la clase, la fuente de conocimiento total y absoluta, y el alumnado iba a clase a aprender y contestar. A través de estas estrategias, que siguen métodos menos tradicionales, el papel del profesorado se desplaza, en mayor o menor medida, al alumnado, quien toma parte de la responsabilidad. Compartiendo así profesor y alumno el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Universidades como la Universidad de Pennsylvania ya han introducido esta estrategia de aprendizaje. En ella, se puso en marcha un programa de mentorización en cascada en el que estudiantes universitarios de informática enseñaban a estudiantes de Bachillerato y éstos a estudiantes de Secundaria **(Santos, 2015)**.

Además, en el ámbito nacional existen proyectos de innovación como I.amAble, el cual ha motivado este trabajo. En este proyecto se persigue mejorar la calidad de formación de los estudiantes de la Facultad de Ciencias, del Grado en Química, mediante la preparación por parte de estos de unas experiencias prácticas para llevarlas a cabo en centros educativos no universitarios con personas con diversidad funcional desde una perspectiva inclusiva **(Herrero, 2016)**.

Numerosas investigaciones **(Cohen et al., 1982; Greenwood et al., 1989; Roscoe y Chi, 2007)** han analizado las bondades que brinda la tutoría entre pares para el propio tutor. A pesar de ser actualmente cuando se está dando más voz a estas nuevas estrategias metodológicas, en realidad han sido algo que lleva presente en la docencia desde hace muchos años.

Allen y Feldman **(Allen y Feldman, 1973)**, ya habían realizado un estudio con estudiantes con un rendimiento menor al de sus compañeros debido a diferentes situaciones y contextos. Estos estudiantes tomaban el papel de tutores o profesores de sus otros compañeros. Con la investigación pudieron concluir que la representación del papel de maestro por parte de estos estudiantes resultó ser una técnica muy útil para mejorar su aprendizaje. Convirtiéndose en una herramienta que, aunque se pudiera utilizar con todo tipo de alumnado, fuera una buena opción de enseñanza para aquellos estudiantes que hubieran tenido un historial complicado con la enseñanza tradicional.

Dentro de la estrategia aprender enseñando hay un gran espectro de formatos, entre los que se encuentra, como antesala al propio proceso de aprender enseñando, el simple hecho de la expectativa de enseñanza. Mediante la expectativa de enseñanza, el alumnado se prepara el material a enseñar a sus compañeros pudiendo llegar, o no, a enseñar realmente.

Annis (**Annis, 1983**) llevó a cabo una investigación en la que agrupó a 130 estudiantes en cinco grupos diferentes, teniendo todos ellos que aprender sobre un contenido común, un pasaje de una historia. El primero de los grupos estaba formado por estudiantes a los que el contenido les era enseñado; el segundo leía el contenido; el tercero leía el contenido y también les era enseñado; el cuarto lo leía con la expectativa de enseñarlo, pero sin llegar a hacerlo realmente; y el quinto leía el contenido y lo enseñaba. Los estudiantes fueron evaluados del contenido aprendido y se obtuvo como resultado que aquellos estudiantes a los que se les pedía que aprendieran el contenido con el fin de enseñárselo más tarde a otros compañeros, obtuvieron mejores resultados, especialmente aquellos que finalmente pudieron poner en práctica esa enseñanza. Según Bargh y Schul, (**Bargh y Schul, 1980**), la perspectiva de enseñar a otros puede ayudar a que los estudiantes, a la hora de prepararse el material a enseñar, deban fijarse realmente en aquellos puntos clave. De esta manera, se ven obligados a prestar más atención a esos conceptos, teniendo que realizar un proceso cognitivo que les permita construir su propio conocimiento a partir de lo que ya saben, y de la nueva información recibida, y asimilarlo.

Por otro lado, autores como Fiorella y Mayer, (**Fiorella y Mayer, 2013**) y Kobayashi, (**Kobayashi, 2018**), también han puesto sobre la mesa la importancia de la preparación para la enseñanza, se realice o no finalmente esta enseñanza. En el caso de Fiorella y Mayer, (**Fiorella y Mayer, 2013**), realizaron un estudio en el que determinaron los beneficios de aprender enseñando y de la expectativa de enseñanza en comparación con un grupo de control que estudió bajo los estándares ordinarios. Los resultados evidenciaron, a través de un test realizado inmediatamente después de la expectativa de enseñanza, que esta práctica tenía beneficios y, a través de un test más tardío, comprobaron que aquellos estudiantes que habían llegado a realizar la enseñanza obtenían mejores resultados que los que no habían tenido la oportunidad de completar el proceso. Esto tiene implicaciones directas como que aquellos estudiantes que realizaron la enseñanza adquirieron una comprensión más allá que les permitió asimilar la información a largo plazo. En otras palabras, el proceso cognitivo

realizado al tener que enseñar llevó a que los estudiantes construyeran un conocimiento más duradero en comparación con los que no llegaron a enseñar, a pesar de que sí mejoraron su aprendizaje en comparación con los compañeros que estudiaron de forma ordinaria.

Una de las limitaciones de este tipo de estudios es precisamente la relevancia de la interacción que existe entre el estudiante tutor y el estudiante tutorado. No se puede simplemente considerar como parte del proceso a la acción del estudiante tutor que se prepara un material y después lo enseña, sino que también hay que considerar que el estudiante tutorado puede comunicarse y expresar sus dudas. Estas dudas son contestadas por el estudiante tutor quien, a su vez, puede realizar cuestiones al estudiante tutorado, es decir, se crea un ambiente dinámico en el que hay *feedback* entre ambas partes. Según Bargh y Schul, (**Bargh y Schul, 1980**), las interacciones entre los estudiantes representan una etapa adicional al aprendizaje, más allá del aprendizaje que se logra al simplemente enseñar a los demás. Es de ahí de donde surge la duda de si los beneficios del proceso son debidos a la explicación del material a otro estudiante o a las interacciones que tienen lugar entre los estudiantes.

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos que persigue el presente trabajo se desarrollan a continuación.

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una programación de prácticas de laboratorio que permita abordar y reforzar los contenidos curriculares de las asignaturas de Física y Química de 2º de ESO y de 1º de Bachillerato, aplicando la estrategia metodológica aprender enseñando.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que se aspira que alcance el alumnado al realizar las experiencias prácticas diseñadas para la propuesta son los siguientes:

- Aprender la materia desde una perspectiva integradora e innovadora.
- Mejorar la comprensión de los contenidos conceptuales a través de la puesta en práctica de dichos conceptos.
- Activar los conocimientos previos del alumnado.
- Fomentar la metodología propia de la ciencia como forma de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Generar en el alumnado un espíritu crítico a través de la búsqueda de información y preparación del material necesario para exponer los conocimientos a sus compañeros.
- Mostrar la importancia del trabajo colaborativo.
- Fomentar la interacción entre miembros del centro de diferentes niveles.
- Contribuir a crear hábitos adecuados de trabajo experimental como son la correcta manipulación de los instrumentos, la organización del trabajo en el laboratorio y el respeto por las normas de limpieza y seguridad y por los demás compañeros.
- Comprender la importancia de la ciencia para interpretar los fenómenos que tienen lugar en la vida cotidiana y su implicación en la evolución de la sociedad.

## 4. MARCO LEGAL

Para la redacción del presente trabajo, se ha empleado como documento base el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. En él se indica que durante el primer ciclo de ESO los contenidos se han de introducir con un enfoque fundamentalmente fenomenológico y siendo importante resaltar que puede ser un ciclo en el que la materia de Física y Química tenga un carácter terminal, por lo que se busca que el alumnado se sienta motivado hacia la asignatura y construya un conocimiento de cultura científica suficiente. En cuanto al segundo ciclo de ESO y en 1º de Bachillerato la materia tiene, por el contrario, un carácter esencialmente formal, de ahí que se busque dotar al alumnado de capacidades específicas asociadas a esta disciplina. Del propio documento, también cabe destacar que el primer bloque de contenidos, común a todos los niveles, está dedicado a desarrollar las capacidades inherentes al trabajo científico, partiendo de la observación y experimentación como base del conocimiento.

También han sido consultadas la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) y la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de calidad Educativa (LOMCE).

Por otro lado, se ha consultado la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, en la que se definen de forma más concreta los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje a tratar durante el segundo curso de la Educación Secundaria Obligatoria en relación a la asignatura de Física y Química. Asimismo, se ha consultado la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. De igual manera, en ella se definen de forma más concreta los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje a tratar durante el primer curso de Bachillerato en relación a la asignatura de Física y Química.

Con el fin de obtener información sobre la relación entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación para la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, se ha consultado la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero.

Finalmente, la información extraída para concretar las medidas de atención a la diversidad ha sido extraída del ACUERDO 29/2017, de 15 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el II Plan de Atención a la Diversidad en la Educación de Castilla y León 2017-2022.



## 5. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

La atención a la diversidad se establece en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, como un principio fundamental que debe regir toda la enseñanza, con el objetivo de proporcionar a todo el alumnado una educación adecuada a sus características y necesidades, y también como una necesidad que abarca a todas las etapas educativas y a todo el alumnado; es a partir del principio de inclusión como se concibe en esta ley la adecuada respuesta educativa a todo el alumnado, entendiendo que únicamente de ese modo se garantiza el desarrollo de todos, se favorece la equidad y se contribuye a una mayor cohesión social.

De esta manera, desde la perspectiva de la inclusión educativa, es necesario ofrecer oportunidades reales de aprendizaje a todo el alumnado, en diferentes contextos educativos, y en especial a la población más vulnerable y con mayor riesgo de exclusión social y/o educativa. Se busca, por tanto, que todo el alumnado pueda llegar a alcanzar el máximo desarrollo de sus capacidades y, como mínimo, los objetivos generales comunes para todos. Para ello, se deben atender las necesidades especiales de aquellos alumnos que, ya sea por presentar necesidades educativas especiales, dificultades de aprendizaje, trastornos de ansiedad e hiperactividad, altas capacidades intelectuales o contextos personales o escolares diferentes, muestren mayores dificultades para el aprendizaje.

Con el fin de atender estas necesidades especiales, el profesorado debe realizar las adaptaciones curriculares necesarias para facilitar un proceso de aprendizaje efectivo para el alumnado. A pesar de que la mayoría de las veces no van a ser necesarias adaptaciones significativas, siempre se deben realizar seguimientos más cercanos a aquellos alumnos con necesidades educativas especiales. De esta manera, se podrán brindar las herramientas de apoyo o refuerzo que sean necesarias para cada alumno, primando la atención individualizada de cada uno de ellos.

La estrategia metodológica aprender enseñando puede ser una herramienta útil en este contexto. El propio alumnado puede ayudar en el proceso de aprendizaje de aquellos compañeros que presenten mayores dificultades. En concreto, en el presente trabajo, las experiencias se han realizado formando grupos lo más homogéneos posible entre ellos.

Procurando que aquellos alumnos más disruptivos estuvieran en el mismo grupo de los estudiantes más tranquilos o que el alumnado con necesidades especiales formara parte del grupo de un alumno con altas capacidades intelectuales, habiendo siempre presente, y siendo la gran mayoría, alumnado de nivel medio. De esta forma, y tal y como se comenta en el II Plan de Atención a la Diversidad en Educación de Castilla y León 2017-2022, se fomentan metodologías favorecedoras de la interacción como son el aprendizaje cooperativo y los grupos interactivos.

Finalmente, en relación a las cuestiones que se realizan después de cada práctica, el profesorado debe tener en cuenta las necesidades especiales de cada alumno, dando algunas nociones de la cuestión en caso de que el estudiante no sepa la respuesta o no comprenda la pregunta.

## 6. COMPETENCIAS CLAVE

La definición de competencias extraída del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, es “capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”. Así, las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo.

El conocimiento competencial integra un conocimiento de base conceptual: conceptos, principios, teorías, datos y hechos (conocimiento declarativo-saber decir); un conocimiento relativo a las destrezas, referidas tanto a la acción física observable como a la acción mental (conocimiento procedimental-saber hacer); y un tercer componente que tiene una gran influencia social y cultural, y que implica un conjunto de actitudes y valores (saber ser).

Por ello, con la propuesta del presente trabajo se pretenden fomentar y trabajar las siete competencias clave según la LOMCE, las cuales se detallan a continuación:

- **Comunicación lingüística (CCL):** la competencia en comunicación lingüística es el resultado de la acción comunicativa desarrollada entre el individuo y otros interlocutores y a través de textos. Tiene cinco componentes diferentes: el componente lingüístico, que comprende diferentes dimensiones como son: la léxica, la gramatical, la semántica, etc.; el componente pragmático-discursivo, el cual contempla tres dimensiones: la sociolingüística, la pragmática y la discursiva; el componente socio-cultural, con sus dimensión de conocimiento del mundo y la dimensión intercultural; el componente estratégico del individuo para superar las dificultades y resolver problemas surgidos en el acto comunicativo; y la componente personal en sus tres dimensiones: la actitud, la motivación y los rasgos de personalidad.

Esta competencia se tratará en las experiencias prácticas propuestas a través de la explicación y del entendimiento del alumnado de 2º de ESO y de 1º de Bachillerato, mediante las preguntas y respuestas generadas por ambas partes y con la lectura del

guion de prácticas proporcionado. Además, el alumnado de 1º de Bachillerato trabajará esta competencia con la lectura de la información recopilada para la preparación de las explicaciones.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** la competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto, ya sea personal, social, profesional o científico. En cuanto a las competencias básicas en ciencia y tecnología, son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones individuales y colectivas. Capacitan para la identificación, el planteamiento y la resolución de situaciones de la vida cotidiana, personal y social, análogamente a como se actúa frente a los retos y problemas propios de las actividades científicas y tecnológicas. Además, se fomentan destrezas que permiten identificar preguntas, resolver problemas y llegar a una conclusión o toma de decisión basadas en pruebas y argumentos.

Esta competencia estará presente en la puesta en práctica de todas las experiencias prácticas propuestas, en la formulación de hipótesis, en la resolución de preguntas y cuestiones, y en la interpretación de los resultados obtenidos.

- **Competencia digital (CD):** implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación, adaptando su utilización a los cambios que generan a la hora de la alfabetización, la lectura y la escritura. Además, con ella se trata de desarrollar una actitud activa, crítica y realista hacia las tecnologías, sin dejar de lado la herramienta que suponen a la hora de motivar y hacer crecer la curiosidad por el aprendizaje en el alumnado.

Esta competencia estará presente en el uso de las TIC a la hora de tratar datos haciendo uso de programas como Excel y de la búsqueda de la información necesaria, por parte del alumnado de 1º de Bachillerato, para la preparación del material a explicar.

- **Competencia para aprender a aprender (CPAA):** esta competencia se caracteriza por la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. Lo que exige, en primer

lugar, la capacidad de motivarse por aprender a través de generar curiosidad y necesidad de aprender. Para ello, el estudiante debe sentirse el protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje. Además, incluye la organización y la gestión del aprendizaje utilizando destrezas y herramientas propias de cada individuo.

Esta competencia se tratará en esta propuesta al introducirse una forma innovadora de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje como es la estrategia metodológica aprender enseñando, a través del uso de prácticas de laboratorio.

- **Competencias sociales y cívicas (CSC):** implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad de forma que permita interpretar fenómenos y problemas sociales, elaborar respuestas, tomar decisiones, resolver conflictos e interactuar con otras personas y grupos desde el respeto.

Esta competencia se fomentará a través del trabajo en equipo y de la interacción continua entre el alumnado.

- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):** esta competencia está relacionada con la capacidad de transformar las ideas en actos. Esto se lleva a cabo a través de la adquisición de conciencia de la situación planificando y gestionando los conocimientos, destrezas o habilidades y actitudes necesarios para lograr un objetivo.

Esta competencia se fomentará a través de toda la propuesta, especialmente en el alumnado de 1º de Bachillerato, ya que con ella se trabaja la autonomía del alumnado a la hora de realizar y explicar las experiencias, siendo conscientes de lo que realmente sabe o no para ponerlo en práctica.

- **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** la competencia implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico y con la mente abierta, siempre desde el respeto, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas de la sociedad.

Esta competencia se trabajará siendo consciente de lo trascendental de las ciencias para el patrimonio y valorando la necesidad de cuidarlo y respetarlo. Además, al trabajarse el tratamiento de residuos se fomentará la conservación del medioambiente.

## 7. CONTENIDOS

Según el Artículo 2 del Real Decreto 1105/2014, de 24 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, los contenidos son “el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias”.

Es importante hacer especial hincapié en que antes de realizar una propuesta didáctica se debe tener en cuenta qué contenidos se quieren desarrollar con cada actividad o experiencia. Para ello, deben estar presentes tanto los contenidos mínimos, los cuales se especifican más adelante con cada una de las experiencias prácticas, los contenidos o conocimientos previos de los que parte el alumnado al que va destinada la propuesta y los contenidos transversales.

### 7.1. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Comenzando con el curso de 2º de ESO, al ser la primera vez que el alumnado cursa la asignatura de Física y Química, los conocimientos previos de los que parte el alumnado son aquellos que han podido adquirir en la asignatura de Biología y Geología en 1º de ESO. En este primer curso han podido ver superficialmente la metodología científica y las normas básicas de seguridad en el laboratorio.

En cuanto al curso de 1º de Bachillerato, los conocimientos previos de los que parte el alumnado son tanto los comentados en el apartado anterior de 1º de ESO de la asignatura de Biología y Geología, como los que han podido tratar durante la asignatura de Física y Química en 2º, 3º y 4º de ESO y en asignaturas optativas presentes en el cuarto curso como es Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional (CAAP). Los contenidos vistos durante los cursos y asignaturas comentados se dictan en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

## 7.2. CONTENIDOS TRANSVERSALES

En el Artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, del 25 de diciembre, se exponen los elementos transversales. A continuación, se muestran los contenidos transversales que se trabajan con la propuesta:

- **Comprensión lectora:** se tratan a través de la lectura de la información buscada por el alumnado de 1º de Bachillerato y de los guiones de prácticas, junto con las cuestiones, que se les proporcionan.
- **Expresión oral y escrita:** se trabajan a través de las respuestas a las cuestiones que se les proporcionan y, al realizarse las actividades en grupos explicando los de 1º de Bachillerato la materia a los de 2º de ESO, se fomenta la expresión oral, primando un lenguaje científico adecuado.
- **Tecnologías de la Información y de la Comunicación:** el alumnado de 1º de Bachillerato se debe preparar el material que después tiene que explicar a los compañeros de 2º de ESO. Para ello, además del libro y de la información extraída de las clases teóricas, puede hacer uso de bancos de información online. Además, se hará uso de programas informáticos como Excel y de softwares como Tracker y Audacity.
- **Educación ambiental:** la temática se trabaja de forma continua durante la propuesta al darse la importancia que merece desde un primer momento con el tratamiento de residuos, el cual es introducido en la primera de las experiencias prácticas que se realizan.
- **Educación cívica y constitucional:** a través del trabajo en equipo y de la convivencia en el laboratorio se fomenta una actitud de respeto entre todos los miembros de la comunidad educativa, que será extrapolable a otras situaciones fuera del centro.
- **Desarrollo y afianzamiento del espíritu emprendedor:** se fomenta durante toda la propuesta ya que en ella prima el trabajo autónomo del alumnado, especialmente el del alumnado de 1º de Bachillerato.

## 8. METODOLOGÍA

La definición de metodología didáctica extraída del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, es “conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”.

La metodología seguida para la propuesta se basa en la corriente pedagógica del constructivismo. Tal y como se ha explicado anteriormente, fue Piaget con su teoría del aprendizaje el que formuló, de manera más concisa, que la relación del ser humano con el mundo está mediada por las construcciones mentales que tengamos de éste. Estas relaciones con el mundo están organizadas en estructuras jerarquizadas, las cuales dependen de cada individuo y su proceso de asimilación y acomodación de los conocimientos.

El constructivismo es la base de la propuesta debido a que en ésta se fomenta la autonomía del alumnado ya que el proceso de preparación del material, y la explicación de éste a sus compañeros de cursos inferiores, debe realizarse partiendo de las bases proporcionadas por el profesorado, pero teniendo que trabajar esa información y complementarla con información nueva recopilada por ellos. Todo ello es posible al utilizar la estrategia metodológica de aprender enseñando. Además, su aplicación a experiencias prácticas permite al alumnado manipular de forma directa el material de laboratorio, fomentar la propia formulación de hipótesis, la investigación y la indagación. También forma parte de todo este proceso el enfrentarse a errores, siendo el alumnado el que, en un primer momento, deba buscar una solución. A través de la experimentación autónoma, es decir, fomentando el aprendizaje por descubrimiento, el alumnado desarrolla unas herramientas que le serán útiles en ocasiones futuras.

El uso de la estrategia metodológica de aprender enseñando desemboca de forma natural en el uso de otra estrategia metodológica, el aprendizaje colaborativo. El alumnado va a tener que trabajar en equipo para que las experiencias se lleguen a realizar de forma fructífera para todas las partes y sacando el máximo potencial de cada uno.



Finalmente, recalcar que la propuesta busca la motivación y el interés del alumnado por la asignatura. Con el uso de las estrategias metodológicas mencionadas, además de fomentar el pensamiento crítico, a la hora de que el alumnado analice la situación y saque conclusiones de lo que está realizando, también se pretende que todo ello conlleve un aprendizaje significativo a través de la interacción entre alumnos.

## 9. PROPUESTA DIDÁCTICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

La propuesta didáctica de este Trabajo Fin de Máster se enmarca en la estrategia metodológica aprender enseñando. Para ello, se han seleccionado once experiencias de laboratorio que el alumnado de 1º de Bachillerato debe enseñar a sus compañeros de 2º de ESO. En ellas se ha tratado de relacionar los contenidos incluidos en el currículo de la asignatura de Física y Química de ambos niveles.

### 9.1. RELACIÓN DE LA PROPUESTA CON EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LOS CURSOS DE 2º DE ESO Y 1º DE BACHILLERATO

En la **Tabla 1** se muestra la relación de cada una de las prácticas que forman la propuesta con las unidades didácticas correspondientes a los contenidos presentes en el currículo de 2º de ESO y 1º de Bachillerato. Para ello, se han utilizado los siguientes libros de la asignatura Física y Química:

- Jiménez Prieto, R. y Torres Verdugo P. (2016) *Física y Química, 2º de ESO*. Bruño.
- Barradas Solas F., Valera Arroyo, P. y Vidal Fernández M.ª C. (2015). *Física y química, 1º de Bachillerato*. Santillana Educación.

Debido a que el eje de la secuenciación de la propuesta va a ser el orden de las unidades didácticas de 1º de Bachillerato, nos podemos encontrar con que hay experiencias, como la Práctica 6, en las que el temario de 2º de ESO corresponde a contenidos más avanzados en el curso. Cuando ocurren este tipo de situaciones se busca que el alumnado de 2º de ESO tenga un acercamiento a la materia y obtenga unas herramientas que le servirán en un futuro como base a la hora de estudiar esa unidad didáctica posteriormente.

Tabla 1. Relación de cada práctica con las unidades didácticas correspondientes de 2º de ESO y 1º de Bachillerato.

Unidad didáctica 2º ESO	Unidad didáctica 1º Bachillerato	Práctica laboratorio
<p><b>UD 1.</b> La ciencia y su método. El trabajo científico</p> <p><b>UD 2.</b> Las magnitudes y su medida. Sistema Internacional de Unidades</p>	<b>UD 0.</b> La medida	<b>Práctica 1.</b> Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos
<b>UD 4.</b> La constitución de la materia. Elementos y compuestos	<b>UD 1.</b> Identificación de sustancias	<b>Práctica 2.</b> Purificación y cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
<b>UD 3.</b> La materia y sus propiedades. Estados de la materia	<b>UD 2.</b> Los gases	<b>Práctica 3.</b> Ley de Charles
<b>UD 5.</b> Clasificación de la materia. Mezclas y disoluciones	<b>UD 3.</b> Disoluciones	<b>Práctica 4.</b> Lluvia de oro
<b>UD 6.</b> Los cambios en la materia. Reacciones químicas	<b>UD 4.</b> Reacciones químicas	<b>Práctica 5.</b> Detective lombarda
<b>UD 12.</b> El calor y la temperatura. Transferencia de calor	<b>UD 5.</b> Termodinámica química	<b>Práctica 6.</b> Entalpía de hidratación del $\text{CuSO}_4$ anhidro. Ley de Hess
<b>UD 6.</b> Los cambios en la materia. Reacciones químicas	<b>UD 6.</b> Química del carbono	<b>Práctica 7.</b> Síntesis de nylon 6, 10

<b>UD 8.</b> Fuerzas de la naturaleza. Gravitación <b>UD 10.</b> El movimiento. Movimiento rectilíneo y uniforme	<b>UD 7.</b> El movimiento <b>UD 8.</b> Tipos de movimiento <b>UD 12.</b> Fuerzas y energía	<b>Práctica 8.</b> Análisis del tiro parabólico con Tracker
<b>UD 7.</b> Las fuerzas y sus efectos. Máquinas simples	<b>UD 9.</b> Las fuerzas <b>UD 10.</b> Dinámica	<b>Práctica 9.</b> Ley de Hooke
<b>UD 11.</b> La energía. Centrales eléctricas	<b>UD 11.</b> Trabajo y energía	<b>Práctica 10.</b> Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética
<b>UD 9.</b> Fuerzas de la naturaleza. Electricidad y magnetismo	<b>UD 12.</b> Fuerzas y energía	<b>Práctica 11.</b> Electrización por frotamiento

## 9.2. TEMPORALIZACIÓN

Las experiencias se realizan a lo largo de todo el curso escolar, a medida que se vayan impartiendo en el aula los correspondientes contenidos teóricos. Por tanto, van a seguir un desarrollo temporal similar al de las clases teóricas de Física y Química de 1º de Bachillerato. En la **Tabla 2**, se muestra la temporalización de las prácticas de laboratorio a realizar en cada uno de los trimestres del curso escolar de septiembre a junio.

Tabla 2. Temporalización de las prácticas de laboratorio en función del trimestre.

Temporalización	Práctica laboratorio
Primer trimestre	<b>Práctica 1.</b> Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos
	<b>Práctica 2.</b> Purificación y cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
	<b>Práctica 3.</b> Ley de Charles
	<b>Práctica 4.</b> Lluvia de oro
Segundo trimestre	<b>Práctica 5.</b> Detective lombarda
	<b>Práctica 6.</b> Entalpía de hidratación del $\text{CuSO}_4$ anhidro. Ley de Hess
	<b>Práctica 7.</b> Síntesis de nylon 6, 10
Tercer trimestre	<b>Práctica 8.</b> Análisis del tiro parabólico con Tracker
	<b>Práctica 9.</b> Ley de Hooke
	<b>Práctica 10.</b> Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética
	<b>Práctica 11.</b> Electrización por frotamiento

## 10.EXPERIENCIAS PRÁCTICAS REALIZADAS

En este apartado se desarrollan las experiencias prácticas que se han llevado a cabo con el alumnado del centro en el que tuvo lugar el prácticum. Del total de las prácticas que forman la propuesta se han podido realizar durante el período del prácticum dos, la práctica 4 ‘Lluvia de oro’ y la práctica 5 ‘Detective lombarda’. Estas experiencias se detallan a continuación.

### 10.1.CONTEXTUALIZACIÓN

El centro en el que se ha desarrollado la propuesta práctica es el IES Diego de Praves, se trata de un centro público urbano, ubicado en la ciudad de Valladolid. Está situado en un barrio tradicional habitado por familias trabajadoras e integra alumnado de la zona de ubicación del centro y alumnado de pueblos cercanos a la ciudad, lo que genera gran diversidad.

En cuanto a las instalaciones, el centro posee un amplio número de aulas que facilitan el desarrollo de las asignaturas correspondientes a cada etapa, siendo destacable el hecho de que cuenta con tres laboratorios con abundante material.

Por otro lado, el número de alumnos por aula, debido a la situación provocada por el COVID-19, se ha visto reducido en todos los cursos. En el caso de 2º de ESO el número de alumnos por aula es aproximadamente de 15 y en 1º de Bachillerato 25, pero en el caso de la asignatura de Fundamentos de Iniciación a la Investigación, que es en la que se desarrollan las experiencias, el número de alumnos se reduce a 12 y 13, según el subgrupo en el que nos encontremos.

El alumnado de 2º de ESO recibe un total de tres horas de Física y Química a la semana y el alumnado de 1º de Bachillerato cuatro horas de Física y Química. A mayores, en el caso de del alumnado de 1º de Bachillerato del centro en el que se plantea la propuesta, cuenta con dos horas semanales de la asignatura Fundamentos de Iniciación a la Investigación, horas en las que, como se ha comentado anteriormente, se han realizado las experiencias.

Por último, las clases correspondientes a la asignatura de Física y Química se imparten en un aula ordinaria, empleándose el Laboratorio de Química para las experiencias prácticas.

## 10.2.DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

Como ya se ha indicado, del total de las experiencias planteadas en la **Tabla 1** se han podido llevar a cabo durante el período del prácticum dos de las prácticas. En primer lugar se llevó a cabo la práctica 5 ‘Detective lombarda’ y en segundo lugar la práctica 4 ‘Lluvia de oro’. El grupo de 2º de ESO al que los que el alumnado de 1º de Bachillerato han impartido las experiencias ha sido el mismo para ambas prácticas. Sin embargo, el grupo de 1º de Bachillerato, al dividirse la asignatura Fundamentos de Iniciación a la Investigación en dos subgrupos, se ha repartido de forma que cada subgrupo ha realizado una práctica. Así, se ha conseguido la posibilidad de comparar resultados de aprendizaje entre ambos subgrupos, considerándose suficientemente homogéneos, y que cada uno sea grupo de control del otro.

La secuencia seguida para la realización de las experiencias es la siguiente:

1. Con una semana de antelación, se comunica al subgrupo correspondiente de 1º de Bachillerato la realización de la experiencia y se les brinda un guion de dicha experiencia con tiempo suficiente como para que puedan preparar el material necesario para la explicación de la práctica a sus compañeros de 2º de ESO.
2. Se realiza la experiencia práctica con el alumnado de 1º de Bachillerato y de 2º de ESO.
3. Finalmente, se realizan en el aula las cuestiones de evaluación del aprendizaje adquirido por el alumnado de 1º de Bachillerato.

Los guiones de prácticas que se entregan al alumnado se muestran en el apartado **ANEXOS**. Estos guiones son concisos, con los pasos básicos que es necesario seguir para la realización de la experiencia. De esta manera, utilizando como base los guiones y lo dado en clase, el alumnado se debe preparar la experiencia consultando manuales e información en la red, ya que tienen que ser capaces de contestar todas las posibles dudas que les surjan a sus compañeros de 2º de ESO. Además, la puesta en práctica de la experiencia servirá al alumnado de 1º de Bachillerato como autoevaluación de sus conocimientos.

A continuación, se muestran los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables a tratar con cada uno de los cursos para estas dos prácticas. Además, se detallan los objetivos específicos que se trabajan con la práctica en cuestión y las cuestiones que se realizan al alumnado de 1º de Bachillerato con el fin de evaluar su aprendizaje.

## PRÁCTICA 5. DETECTIVE LOMBARDA

Con esta experiencia se pretende que el alumnado descubra el uso que tienen los indicadores de pH y lo fácil que es preparar uno a partir de un ingrediente barato y de uso cotidiano como es la lombarda. Por tanto, se consigue acercar la Química a su día a día.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### 2º de ESO

La unidad didáctica a la que corresponde la práctica es la referente a las reacciones químicas. El contenido de dicha unidad didáctica no viene estipulado en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Esto es debido a que los contenidos referentes a las reacciones químicas se consideran una ampliación del temario. Por ello, se ha buscado la relación de la práctica con el currículo existente obteniendo lo que se observa en la **Tabla 3**.

*Tabla 3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 5 'Detective lombarda'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Sustancias puras y mezclas. - Mezclas de especial interés: disoluciones.	<b>1.</b> Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas (homogéneas y heterogéneas) y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.	<b>1.1.</b> Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas o heterogéneas. <b>1.2.</b> Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés. <b>1.3.</b> Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado.



## 1º de Bachillerato

Tabla 4. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 5 'Detective lombarda'

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Concepto de reacción química. Estequiometría de las reacciones. Ajuste de ecuaciones químicas. - Tipos de reacciones químicas más frecuentes.	<b>1.</b> Formular y nombrar correctamente las sustancias que intervienen en una reacción química dada y ajustar la reacción. <b>2.</b> Identificar las reacciones químicas implicadas en la obtención de diferentes compuestos.	<b>1.1.</b> Escribe y ajusta ecuaciones químicas sencillas de distinto tipo. <b>2.1.</b> Describe el proceso de obtención de productos de alto valor añadido.

### Objetivos

- Descubrir la importancia de los indicadores de pH en la industria y, posteriormente, en su vida cotidiana (champús, geles, jabones, vinagres...).
- Establecer una relación directa entre el color de la disolución tras el uso del indicador de pH (o del papel de pH o tornasol al impregnarlo con la disolución) y la concentración de protones del medio.

### Cuestiones

1. ¿Qué es un indicador químico? ¿Para qué se utilizan?
2. ¿A qué son debidos los cambios de color en cada una de las muestras?
3. ¿Qué otra manera se te ocurre para tener un indicador de pH usando la lombarda?
4. ¿Podría desaparecer el color de la muestra después de haberle añadido la sustancia utilizada como indicador y recuperarla con el color que tenía al principio? Razona tu respuesta.

## PRÁCTICA 4. LLUVIA DE ORO

A través de la experiencia, se pretende que el alumnado descubra la variación de la solubilidad de una sustancia según la temperatura. Además, sirve para que aprendan la manera correcta de preparar una disolución.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### 2º de ESO

*Tabla 5. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 4 'Lluvia de oro'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Sustancias puras y mezclas. - Mezclas de especial interés: disoluciones.	<b>1.</b> Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas (homogéneas y heterogéneas) y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.	<b>1.1.</b> Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas o heterogéneas. <b>1.2.</b> Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés. <b>1.3.</b> Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, pudiendo describir el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro.

## 1º de Bachillerato

Tabla 6. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 4 'Lluvia de oro'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación.	1. Realizar los cálculos necesarios para la preparación de disoluciones de una concentración dada y expresarla en cualquier de las formas establecidas.	1.1. Expresa la concentración de una disolución en g/l, mol/l % en peso y % en volumen. Describe el procedimiento de preparación en el laboratorio, de disoluciones de una concentración determinada y realiza los cálculos necesarios, tanto para el caso de solutos en estado sólido como a partir de otra de concentración conocida.

### Objetivos

- Descubrir la importancia de la solubilidad para la comprensión de fenómenos y la solución de problemas que ocurren en su vida cotidiana.
- Establecer la relación directa entre la solubilidad y la temperatura.
- Subrayar la importancia de la correcta preparación de disoluciones y expresar su concentración en las unidades más comunes.

### Cuestiones

1. Indica los pasos seguidos para la preparación de una disolución 0,1 M de KI llevados a un matraz aforado de 50 mL ( $K=39,09$  g/mol,  $I=126,9$  g/mol).
2. ¿Qué se busca al calentar la disolución del producto,  $PbI_2$ ?
3. ¿Y al enfriar?
4. ¿Qué hubiera podido ocurrir en caso de llegar a ebullición la disolución al calentarla a la llama?

### 10.3.DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

Durante el período del prácticum, se pudieron llevar a cabo con el alumnado las dos experiencias detalladas en el apartado anterior. Debido a incompatibilidad de horarios las dos experiencias se realizaron con el mismo grupo de 2º de ESO. Sin embargo, el grupo de 1º de Bachillerato, al estar dividido en dos subgrupos sí permitió que cada uno de ellos realizara una de las experiencias, de forma que se pudiera llevar a cabo la comparación de resultados de aprendizaje y que cada uno fuera el grupo de control del otro.

Las dos prácticas escogidas habían sido realizadas con anterioridad por el alumnado de 1º de Bachillerato por lo que vieron la experiencia como una oportunidad nueva de aprender, sintiéndose más seguros al no ser algo totalmente nuevo. En cuanto al grupo de 2º de ESO, al no haber tenido durante este curso la posibilidad de ir al laboratorio por el COVID-19, la experiencia les resultó algo nuevo, motivador y emocionante.

Las experiencias se realizaron cada una en una semana diferente debido a que la asignatura de Fundamentos de Iniciación a la Investigación se impartía solamente los martes durante dos horas consecutivas a última hora de la mañana. Además, este horario es el que coincidía con la asignatura de Física y Química del grupo de 2º de ESO que participó en la experiencia.

Una semana antes de cada una de las experiencias, se comunicó a los estudiantes de 1º de Bachillerato la realización de dichas experiencias. Además, se les proporcionó el guion de prácticas de manera que pudieran preparar el material que considerasen necesario para las explicaciones que tendrían que dar más tarde a sus compañeros de 2º de ESO.

Previo a cada sesión, ensayé la experiencia y preparé cada uno de los puestos del laboratorio con el material y los reactivos correspondientes. De esta manera, a medida que el alumnado de 2º de ESO llegaba al laboratorio, se les proporcionaba una bata, unas gafas y unos guantes. En el caso del alumnado de 1º de Bachillerato disponían de su propia bata, gafas y guantes. En cuanto a la organización de los grupos, se procuró la mayor homogeneidad posible entre grupos, colocando al alumnado con necesidades especiales y más disruptivo de 2º de ESO con aquel alumnado de 1º de Bachillerato más calmado y centrado. De esta forma, los grupos estaban formados por un alumno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato, a

excepción de dos alumnas de 2º de ESO que se colocaron con el trío de alumnos de 1º de Bachillerato.

Al comienzo de la experiencia se expuso la situación y el escenario en el que se encontraban: el alumnado de 1º de Bachillerato debía tomar su rol de profesorado con el alumno o alumna de 2º de ESO que les hubiera sido asignado. Se les proporcionó de nuevo el guion de la experiencia y se les dejó claro que si tenían alguna duda primero debían preguntar al alumnado de 1º de Bachillerato de su grupo y si la duda era más compleja, al profesorado al cargo en el aula.

Las experiencias se desarrollaron de forma fluida. Fue sorprendente el nivel de explicación que muchos alumnos de 1º de Bachillerato realizaban, desde qué es un indicador químico y las antocianinas hasta el funcionamiento del agitador magnético y por qué funciona de la forma en la que lo hace. A medida que se avanzaba en las experiencias, se instaba a los estudiantes a responder ciertas cuestiones que podrían ser interesantes para el alumnado de 2º de ESO y con el fin de que el alumnado de 1º de Bachillerato se viera obligado a hacer uso de sus conocimientos previos. Asimismo, se les preguntó sobre ciertas prácticas de laboratorio y sobre si estas eran las más correctas o no, como el apoyar la boca del embudo cónico en la pared del vaso de precipitados para evitar salpicaduras o cómo doblar el papel de filtro correctamente.

Cabe destacar que, a pesar de que no era parte de la experiencia, en el caso de la práctica 'Detective lombarda' muchos alumnos tuvieron la iniciativa de mezclar las dos disoluciones de los extremos, ácida y básica, para que se observara el color morado que muestra el indicador con pH neutro. Además, pidieron papel indicador para mostrar a sus alumnos de 2º de ESO la diferencia de escalas de pH entre el del papel indicador y el de las antocianinas de la lombarda.

Como última anotación, en la práctica 'Detective lombarda' tuve que estar más pendiente del tiempo ya que en vez de las dos horas habituales se contaba con una sola hora debido a que gran parte del alumnado de 2º de ESO no tiene su residencia habitual en la ciudad y debían coger un autobús hasta su pueblo. En el caso de la práctica 'Lluvia de oro' no fue necesario tanto control del tiempo ya que, al ser una práctica más corta, dio tiempo a que, incluso, el alumnado que lo deseara pudiera repetir la experiencia.

A continuación se muestran alguna de las fotos tomadas durante la experiencia de la práctica 'Detective lombarda' y de la preparación y ensayo previo de la práctica 'Lluvia de oro'.



*Figura 2. Grupos de estudiantes de 2º de ESO y 1º de Bachillerato comenzando con la experiencia de la práctica 5 'Detective lombarda'.*



*Figura 3. Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato) trabajando de forma colaborativa.*



*Figura 4. Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato). El alumno de 2º de ESO está filtrando en lo que sus compañeros le explican cómo debe hacerlo.*



*Figura 5. Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato). La alumna de 2º de ESO está comprobando el pH de las disoluciones presentes en los tubos de ensayo utilizando como indicador el extraído de la lombarda.*



Figura 6. Montaje de un puesto para la realización de la experiencia de la práctica 4 'Lluvia de oro'.



Figura 7. Resultado del ensayo de la práctica 4 'Lluvia de oro'.



#### 10.4.EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

Con el fin de poder obtener unos resultados del nivel de aprendizaje adquirido por el alumnado de 1º de Bachillerato a través de las experiencias realizadas, se realiza a dicho alumnado un cuestionario que consta de: cuatro preguntas sobre la primera experiencia realizada ('Detective lombarda'), cuatro preguntas sobre la segunda experiencia realizada ('Lluvia de oro') y cuatro preguntas para conocer el grado de satisfacción del alumnado con las experiencias. Las doce preguntas se muestran más adelante en este mismo apartado.

Se busca que los 25 alumnos contesten a todas las preguntas, tanto si han realizado ellos mismos la experiencia de aprender enseñando como si no, de manera que se pueda realizar una comparación de los resultados obtenidos y realmente poder observar si ha habido diferencia en el aprendizaje de ambos grupos.

Debido a que las cuestiones no eran tipo test sino de respuesta corta, se ha elaborado una rúbrica de evaluación para las preguntas de cada una de las experiencias. Dicha rúbrica se ha dividido en tres niveles de acierto: correcta, suficiente e incorrecta. Para las respuestas sin contestar se ha añadido también el apartado No sabe/No contesta (NS/NC).

Las cuestiones numeradas y sus correspondientes rúbricas de evaluación se presentan en la **Tabla 7** y en la **Tabla 8** para las prácticas 'Detective lombarda' y 'Lluvia de oro', respectivamente.

##### **Rúbrica de evaluación práctica 'Detective lombarda'**

1. ¿Qué es un indicador químico? ¿Para qué se utilizan?
2. ¿A qué son debidos los cambios de color en cada una de las muestras?
3. ¿Qué otra manera se te ocurre para tener un indicador de pH usando la lombarda?
4. ¿Podría desaparecer el color de la muestra después de haberle añadido la sustancia utilizada como indicador y recuperarla con el color que tenía al principio? Razona tu respuesta.

Tabla 7. Rúbrica de evaluación de la práctica 5 'Detective lombarda'.

Cuestión	Correcta	Suficiente	Incorrecta	NS/NC
1	Contesta correctamente a ambas cuestiones haciendo alusión al pH y al color.	Contesta correctamente a una de las cuestiones.	Contesta incorrectamente ambas cuestiones.	No contesta a la cuestión.
2	Indica que el cambio es debido a la concentración de protones y hace alusión a las reacciones químicas.	Indica que es debido a un cambio del pH, pero sin razonar más allá.	No indica ninguna razón coherente para el cambio de color.	No contesta a la cuestión.
3	El método indicado es lógico y coherente.	El método indicado es lógico y coherente, pero no dista mucho del realizado en la experiencia.	El método indicado no es coherente.	No contesta a la cuestión.
4	Razona correctamente que al ser el indicador coloreado, el único color al que podrían volver las disoluciones es el morado.	El razonamiento no es totalmente correcto, pero la explicación que da es coherente.	El razonamiento no es correcto y la explicación que da no es coherente.	No contesta a la cuestión.

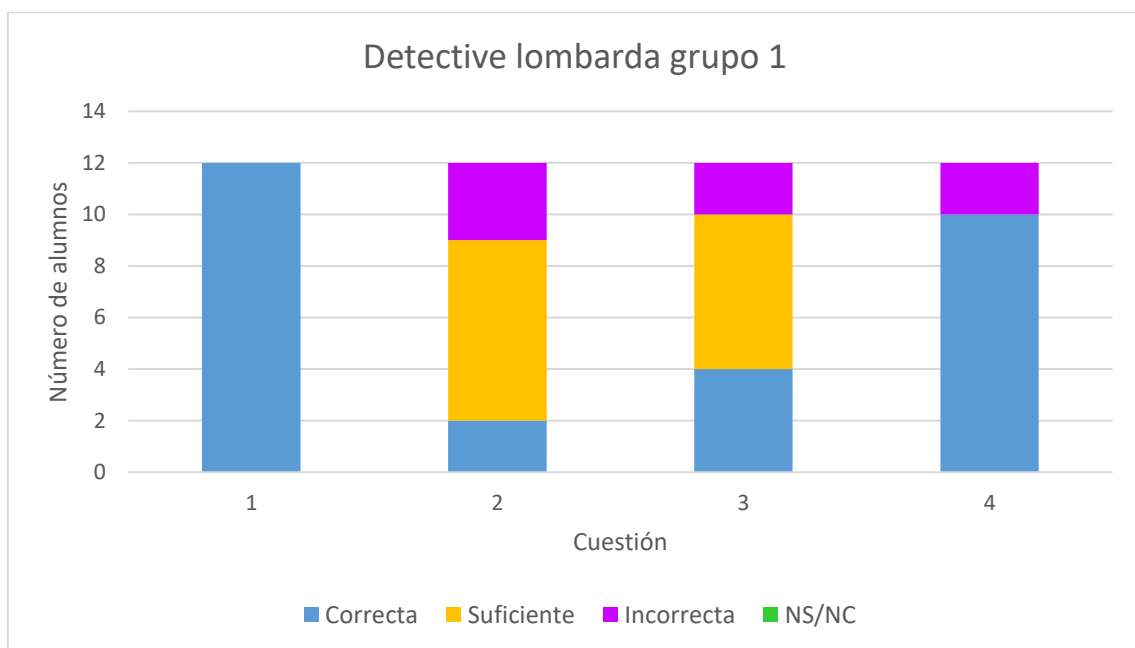
### Rúbrica de evaluación práctica 'Lluvia de oro'

1. Indica los pasos seguidos para la preparación de una disolución 0,1 M de KI llevados a un matraz aforado de 50 mL ( $K=39,09$  g/mol,  $I=126,9$  g/mol).
2. ¿Qué se busca al calentar la disolución del producto,  $PbI_2$ ?
3. ¿Y al enfriar?
4. ¿Qué hubiera podido ocurrir en caso de llegar a ebullición la disolución al calentarla a la llama?

Tabla 8. Rúbrica de evaluación de la práctica 4 'Lluvia de oro'.

Cuestión	Correcta	Suficiente	Incorrecta	NS/NC
1	Realiza los cálculos e indica los pasos a seguir desde la pesada hasta el enrase.	Realiza los cálculos sin indicar todos los pasos a seguir, pero los descritos están bien, o viceversa.	No realiza los cálculos y los pasos indicados son incorrectos o viceversa.	No contesta a la cuestión.
2	Indica que al calentar el producto se disuelve y lo relaciona con la solubilidad.	Indica que al calentar el producto se disuelve, pero no lo relaciona con la solubilidad.	No indica que al calentar el producto se disuelve.	No contesta a la cuestión.
3	Indica que al enfriar el producto precipita y lo relaciona con la solubilidad.	Indica que al enfriar el producto precipita, pero no lo relaciona con la solubilidad.	No indica que al enfriar el producto precipita.	No contesta a la cuestión.
4	Indica la posible emisión de vapores y salpicadura de la disolución.	Indica la posible emisión de vapores o la salpicadura de la disolución.	No indica la posible emisión de vapores ni la salpicadura de la disolución.	No contesta a la cuestión.

A continuación, se presentan en forma de gráficos de barras los resultados obtenidos en la corrección de las cuestiones. Se debe tener en cuenta que el grupo denominado 1 es el grupo que realizó la experiencia de la práctica 'Detective lombarda' y el grupo denominado 2 es el grupo que realizó la experiencia de la práctica 'Lluvia de oro'. A pesar de que el número total de alumnos era de 25, uno de ellos no entregó las cuestiones a pesar de habérselas entregado como a todos los demás. Por ello, los gráficos han sido realizados con un total de 24 alumnos. Los resultados de ambos grupos para ambas experiencias se muestran en la **Figura 8, Figura 9, Figura 10 y Figura 11.**



*Figura 8. Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 5 'Detective lombarda' del grupo 1.*

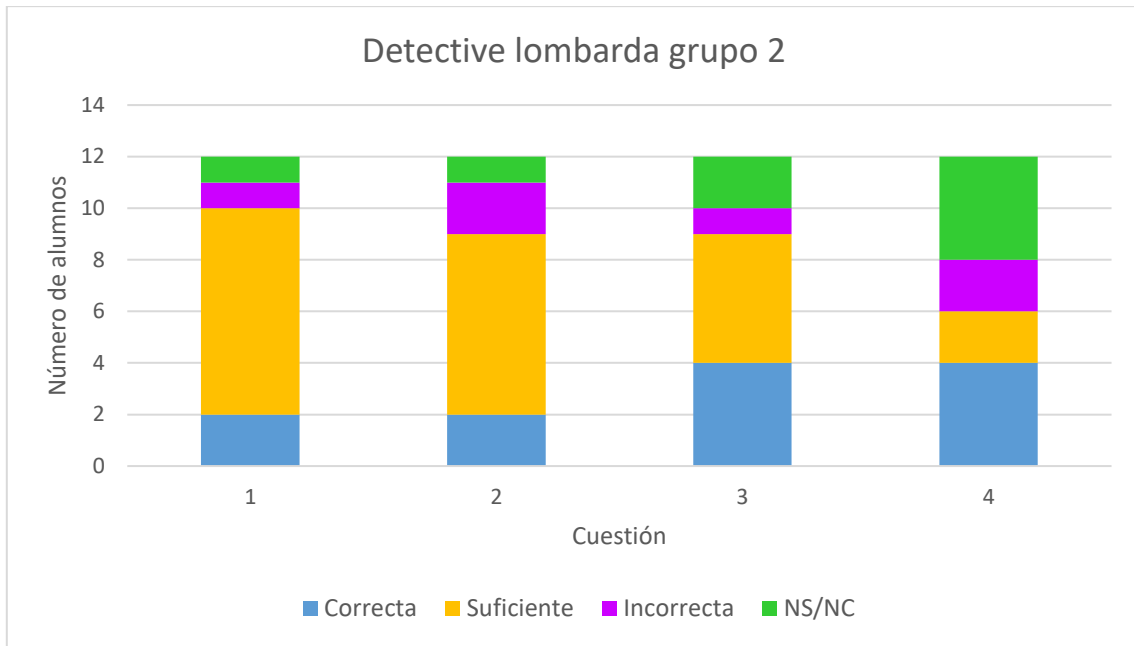


Figura 9. Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 5 'Detective lombarda' del grupo 2.

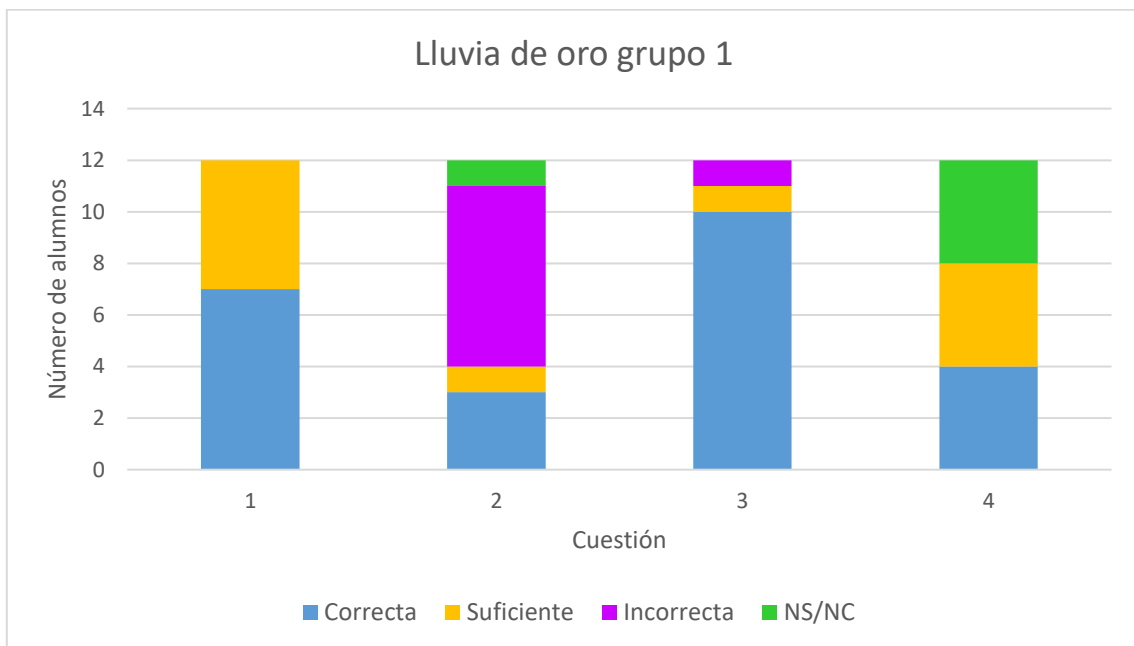


Figura 10. Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 4 'Lluvia de oro' del grupo 1.

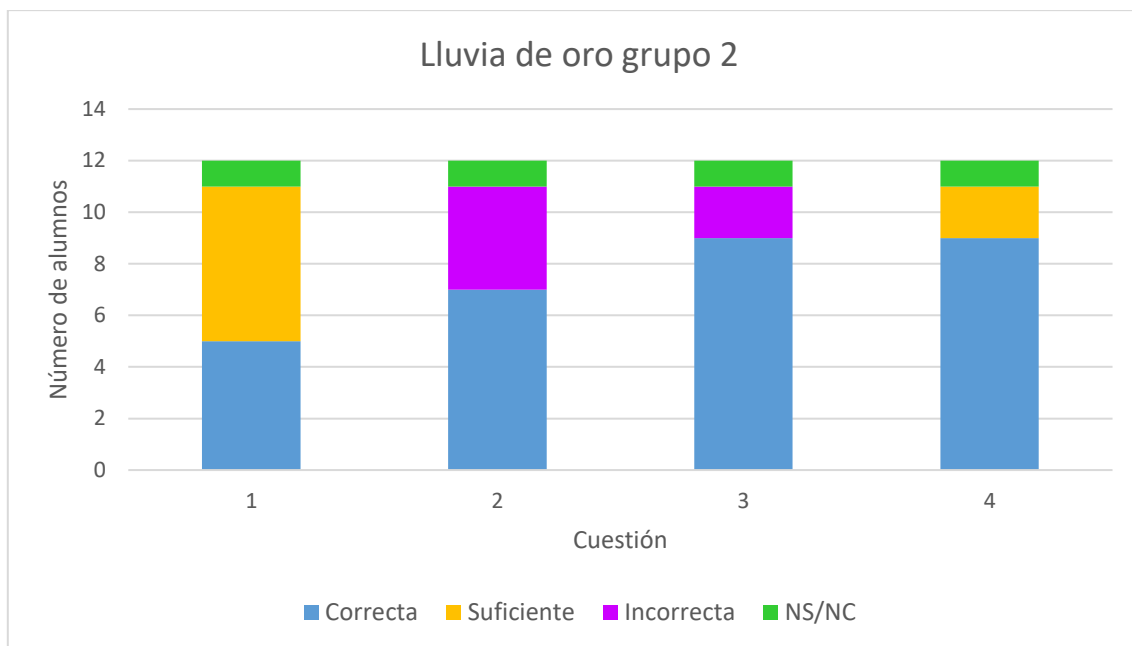


Figura 11. Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 4 'Lluvia de oro' del grupo 2.

Los resultados muestran una mejora del aprendizaje al haber realizado el alumnado la práctica en el rol de profesor frente al alumnado que lo hizo sólo en su propio rol. Es especialmente curioso el caso de la primera cuestión de la práctica 'Detective lombarda'. En ella la totalidad del alumnado del grupo 1 contesta correctamente a la cuestión mientras que en el grupo 2 la mayoría del alumnado (en concreto, ocho estudiantes) responde sólo de manera suficientemente correcta. En la pregunta 4 de esta misma experiencia también es muy superior la proporción de alumnado que responde correctamente en el caso del grupo 1.

De la misma manera, si analizamos los resultados obtenidos en la práctica 'Lluvia de oro' dentro del grupo 2, quienes realizan la experiencia enseñando, el alumnado que contesta correctamente a las cuestiones 2 y 4 es sustancialmente superior en comparación con el grupo 1.

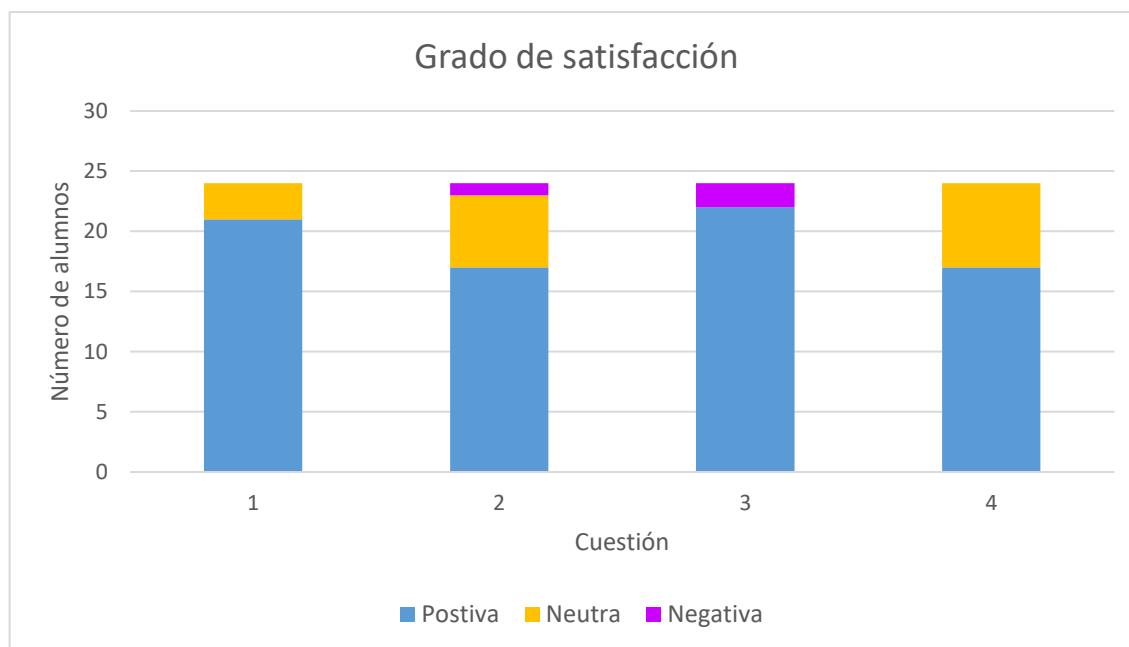
Además, se puede observar una gran cantidad de alumnado que se muestra inseguro a la hora de contestar (NS/NC) al no haber realizado la práctica en el rol de profesor y decide dejar la cuestión en blanco.

## Grado de satisfacción

Para tratar de conocer el grado de satisfacción del alumnado con la experiencia se realizaron las siguientes cuestiones:

1. ¿Cómo te has sentido teniendo el rol de profesor?
2. ¿Piensas que te ayuda a comprender la práctica el tener que explicársela a alguien?
3. ¿Repetirías la experiencia?
4. ¿Cambiarías algún aspecto?

Para la realización del gráfico de barras se han tomado tres niveles de satisfacción de la experiencia: positiva, neutra y negativa.



*Figura 12. Gráfico de barras resultados del grado de satisfacción.*

Como se puede observar en la **Figura 12**, para la mayoría del alumnado la experiencia ha resultado positiva. En cuanto al alumnado cuya experiencia ha sido neutra o negativa, ha sido debido principalmente a que su alumno o alumna de 2º de ESO no se ha mostrado especialmente participativo y, a pesar de que la experiencia ha sido grata para el alumnado de 1º de Bachillerato, no les ha resultado del todo motivadora la experiencia debido a esa poca participación.

## 11.DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

De la misma forma que se explica en el apartado anterior, a continuación se muestra la secuenciación de las prácticas a realizar durante el curso escolar. En este apartado se especifican, para cada práctica, los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables a tratar en cada uno de los cursos. Además, se detallan los objetivos específicos que se trabajan con cada práctica y las cuestiones que se realizan al alumnado de 1º de Bachillerato con el fin de evaluar su aprendizaje.

Los guiones de prácticas que se entregan al alumnado se muestran en el apartado **ANEXOS**.

En cuanto a la formación de grupos y el desarrollo de las experiencias de esta propuesta general, se realiza de la misma manera que para el caso de las experiencias prácticas realizadas.

### **PRÁCTICA 1. TRABAJO EN EL LABORATORIO: NORMAS EN EL LABORATORIO, MATERIAL BÁSICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS**

Con esta primera experiencia se busca que el alumnado conozca las normas básicas de seguridad en un laboratorio. Por esta razón, el alumnado de 1º de Bachillerato se van a encargar de explicar a sus compañeros de 2º de ESO las precauciones que se deben tener para evitar accidentes dentro del laboratorio. La explicación debe incluir las normas del laboratorio, la indumentaria necesaria, los materiales de uso común y su correcta utilización, junto con los reactivos que se van a utilizar con mayor asiduidad en las prácticas posteriores, la interpretación de su correspondiente etiquetado y el tratamiento de residuos.



## Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables

### 2º de ESO

Tabla 9. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 1 'Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>- Medidas de magnitudes. Unidades. Sistema Internacional de Unidades (S.I.). Factores de conversión entre unidades. Notación científica.</p> <p>- El trabajo en el laboratorio.</p>	<p><b>1.</b> Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes. Realizar cambios entre unidades de una misma magnitud utilizando factores de conversión.</p> <p><b>2.</b> Reconocer los materiales e instrumentos básicos presentes en los laboratorios de Física y de Química. Conocer y respetar las normas de seguridad en el laboratorio y de eliminación de residuos para la protección del medio ambiente.</p>	<p><b>1.1.</b> Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando preferentemente el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.</p> <p><b>2.1.</b> Reconoce e identifica los símbolos más frecuentes utilizados en el etiquetado de productos químicos e instalaciones, interpretando su significado.</p> <p><b>2.2.</b> Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias, respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.</p>

## 1º de Bachillerato

*Tabla 10. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 1 'Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos'.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El método científico.</li> <li>- Estrategias necesarias en la actividad científica.</li> <li>- Sistema Internacional de Unidades.</li> <li>- Transformación de unidades.</li> <li>- Dimensiones.</li> <li>- Análisis dimensional.</li> <li>- Notación científica. Uso de cifras significativas.</li> <li>- Expresión de una medida.</li> </ul>	<p><b>1.</b> Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica como: plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelo, utilizar la notación científica, elaborar estrategias de resolución de problemas y diseños experimentales y análisis de los resultados.</p> <p><b>2.</b> Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos y químicos.</p>	<p><b>1.1.</b> Aplica habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando problemas, recogiendo datos, diseñando estrategias de resolución de problemas utilizando modelos y leyes, revisando el proceso y obteniendo conclusiones.</p> <p><b>1.2.</b> Resuelve ejercicios numéricos expresando el valor de las magnitudes empleando la notación científica y contextualiza los resultados.</p> <p><b>1.3.</b> Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico o químico.</p> <p><b>1.4.</b> Distingue entre magnitudes escalares y vectoriales y opera adecuadamente con ellas.</p>

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnitudes físicas.</li> <li>Magnitudes fundamentales y derivadas.</li> <li>- Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico.</li> </ul>		<p><b>1.5.</b>Elabora e interpreta representaciones gráficas de diferentes procesos físicos y químicos a partir de los datos obtenidos en experiencias de laboratorio o virtuales y relaciona los resultados obtenidos con las ecuaciones que representan.</p> <p><b>1.6.</b>A partir de un texto científico, extrae e interpreta la información, argumenta con rigor y precisión utilizando la terminología adecuada.</p> <p><b>2.1.</b>Emplea aplicaciones virtuales y bases de datos de información científica utilizando las TIC.</p>

### Objetivos

- Conocer las normas básicas de seguridad en un laboratorio.
- Reconocer los materiales de uso común en un laboratorio y aprender su correcta utilización.
- Interpretar los conceptos teóricos y ponerlos en práctica.
- Conocer la importancia del tratamiento de residuos para el cuidado del medio ambiente.

Hay que señalar que en todas las prácticas posteriores se trabajan los contenidos de esta práctica, además de los específicos de cada una de ellas.

## PRÁCTICA 2. PURIFICACIÓN Y CRISTALIZACIÓN DE $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

La segunda práctica está destinada a que el alumnado realice y aprenda una de las técnicas más usadas para la purificación de una sustancia sólida como es la cristalización. Además, al hacer uso de sulfato de cobre (II) pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), un compuesto de color azul muy llamativo que forma cristales rómbicos muy característicos, se pretende fomentar el interés del alumnado por las experiencias en el laboratorio.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### 2º de ESO

*Tabla 11. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 2 'Purificación y cristalización de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ '.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Estados de agregación de la materia. Cambios de estado. Modelo cinético molecular.	1. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético molecular.	1.1. Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos.
- Mezclas de especial interés: disoluciones.	2. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas (homogéneas y heterogéneas) y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.	2.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas o heterogéneas.
- Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas.		2.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Uniones entre átomos: enlace iónico, covalente y metálicos.	<p><b>3.</b> Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla homogénea y heterogénea.</p> <p><b>4.</b> Conocer cómo se unen los átomos para formar estructuras más complejas y explicar las propiedades de las agrupaciones resultantes.</p> <p><b>5.</b> Diferenciar entre átomos y moléculas, y entre elementos y compuestos en sustancias de uso frecuente y conocido.</p>	<p><b>3.1.</b> Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.</p> <p><b>4.1.</b> Conoce y explica el proceso de formación de un ion a partir del átomo correspondiente, utilizando la notación adecuada para su representación.</p> <p><b>4.2.</b> Explica cómo algunos átomos tienden a agruparse para formar moléculas interpretando este hecho en sustancias de uso frecuente y calcula sus masas moleculares.</p> <p><b>5.1.</b> Reconoce los átomos y las moléculas que componen sustancias de uso frecuente, clasificándolas en elementos o compuestos, basándose en su expresión química.</p>

### 1º de Bachillerato

Tabla 12. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 2 'Purificación y cristalización de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ '.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Leyes ponderales. Ley de Proust. Ley de Dalton.	<b>1.</b> Conocer la teoría atómica de Dalton así como las leyes básicas asociadas a su establecimiento.	<b>1.1.</b> Justifica la teoría atómica de Dalton y la discontinuidad de la materia a partir de las leyes fundamentales de la Química ejemplificándolo con reacciones.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la teoría atómica de Dalton.</li> <li>- Composición centesimal y fórmula de un compuesto.</li> <li>- Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación.</li> </ul>	<p>2. Realizar los cálculos necesarios para la preparación de disoluciones de una concentración dada.</p>	<p>2.1. Describe el procedimiento de preparación de disoluciones en el laboratorio.</p>

### Objetivos

- Identificar una mezcla heterogénea y separar dos sustancias en disolución.
- Realizar la purificación y recristalización de una sustancia de gran importancia industrial como es el  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

### Cuestiones

1. ¿Por qué se tritura el  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  antes de disolverlo?
2. ¿Para qué se calienta la mezcla de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y agua destilada?
3. ¿A qué se puede deber el cambio de color que tiene lugar durante la experiencia de purificación del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ?
4. ¿Podrían los cristales de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  secarse en la estufa?
5. Discute cómo se podrían obtener cristales de mayor tamaño.

### PRÁCTICA 3. LEY DE CHARLES

La práctica pretende que los estudiantes descubran la importancia de la ley de Charles en su vida cotidiana a través de la realización de dos experiencias en las que podrán observar la relación entre la temperatura y el volumen y formular hipótesis sobre qué ocurriría al variar una variable u otra (**Bustamante, 2017**).

#### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

##### 2º de ESO

*Tabla 13. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 3 'Ley de Charles'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Propiedades de la materia.</li><li>- Estados de agregación.</li><li>- Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.</li><li>- Leyes de los gases.</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Reconocer las propiedades generales y características específicas de la materia y relacionarlas con su naturaleza y sus aplicaciones.</li><li>2. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético-molecular.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Distingue entre propiedades generales y propiedades características de la materia, utilizando estas últimas para la caracterización de sustancias.</li><li>1.2. Relaciona propiedades de los materiales de nuestro entorno con el uso que se hace de ellos.</li><li>2.1. Justifica que una sustancia puede presentarse en distintos estados de agregación dependiendo de las condiciones de presión y temperatura en las que se encuentre.</li><li>2.2. Explica las propiedades de los gases, líquidos y sólidos utilizando el modelo cinético-molecular.</li></ol>

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
	<p><b>3.</b> Establecer las relaciones entre las variables de las que depende el estado de un gas a partir de experiencias que relacionan la presión, el volumen y la temperatura de un gas.</p>	<p><b>2.3.</b> Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos.</p> <p><b>3.1.</b> Justifica el comportamiento de los gases en situaciones cotidianas relacionándolo con el modelo cinético-molecular.</p> <p><b>3.2.</b> Interpreta experiencias que relacionan la presión, el volumen y la temperatura de un gas utilizando el modelo cinético-molecular y las leyes de los gases.</p>

### 1º de Bachillerato

Tabla 14. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 3 'Ley de Charles'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>- Leyes de los gases. Gases ideales. Ecuación de estado de los gases ideales.</p>	<p><b>1.</b> Utilizar la ecuación de estado de los gases ideales para establecer relaciones entre la presión, el volumen y la temperatura.</p>	<p><b>1.1.</b> Determina las magnitudes que definen el estado de un gas aplicando la ecuación de estado de los gases ideales.</p> <p><b>1.2.</b> Explica razonadamente la utilidad y las limitaciones de la hipótesis del gas ideal.</p>

### Objetivos



- Descubrir la importancia de la aplicación de la ley de Charles a su vida cotidiana para la comprensión de fenómenos y solución de problemas.
- Establecer la variación directa entre la temperatura y el volumen de un gas según la ley de Charles, explicando las causas y consecuencias de esa relación.
- Realizar predicciones del comportamiento en las variables temperatura y volumen en los gases a presión constante.

### **Cuestiones**

1. ¿Qué cambios ha sufrido el globo al calentar y enfriar la botella?
2. ¿Al aumentar la temperatura de un gas qué sucede con el volumen? ¿y al disminuirla?
3. ¿La variación entre la temperatura y el volumen de un gas es directa o inversamente proporcional?
4. ¿Se produce algún cambio en la presión durante las experiencias?

#### **PRÁCTICA 4. LLUVIA DE ORO**

Detallada en el apartado **10.2. Desarrollo de las experiencias realizadas.**

#### **PRÁCTICA 5. DETECTIVE LOMBARDA**

Detallada en el apartado **10.2. Desarrollo de las experiencias realizadas.**

## **PRÁCTICA 6. ENTALPÍA DE HIDRATACIÓN DEL $\text{CuSO}_4$ ANHIDRO. LEY DE HESS**

Con la realización de esta práctica se pretende que el alumnado descubra que los procesos químicos van acompañados de un intercambio de calor, haciendo uso un calorímetro. Además, van a poder calcular a partir de los datos experimentales la variación de entalpía, en este caso de una reacción de hidratación, haciendo uso de la ley de Hess.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### **2º de ESO**

*Tabla 15. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 6 'Entalpía de hidratación del  $\text{CuSO}_4$  anhidro. Ley de Hess'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Energía térmica. El calor y la temperatura. Unidades. Instrumentos para medir la temperatura.	<b>1.</b> Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones cotidianas.  <b>2.</b> Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.	<b>1.1.</b> Explica el concepto de temperatura en términos del modelo cinético-molecular diferenciando entre temperatura, energía y calor.  <b>1.2.</b> Conoce la existencia de una escala absoluta de temperatura y relaciona las escalas de Celsius y Kelvin.  <b>1.3.</b> Identifica los mecanismos de transferencia de energía reconociéndolos en diferentes situaciones cotidianas.  <b>2.1.</b> Interpreta cualitativamente fenómenos cotidianos y experiencias donde se ponga de manifiesto el equilibrio térmico asociándolo con la igualación de temperaturas.

## 1º de Bachillerato

*Tabla 16. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 6 'Entalpía de hidratación del CuSO<sub>4</sub> anhidro. Ley de Hess.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primer principio de la termodinámica.</li> <li>- Calor de reacción. Entalpía. Ecuaciones termoquímicas. Entalpía de formación estándar.</li> <li>- Leyes termoquímicas: Ley de Hess.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.</b> Interpretar el primer principio de la termodinámica como el principio de conservación de la energía en sistemas en los que se producen intercambios de calor y trabajo.</li> <li><b>2.</b> Reconocer la unidad del calor en el Sistema Internacional y su equivalente mecánico.</li> <li><b>3.</b> Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir reacciones endotérmicas y exotérmicas.</li> <li><b>4.</b> Conocer las posibles formas de calcular la entalpía de una reacción química.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.1.</b> Relaciona la variación de la energía interna en un proceso termodinámico con el calor absorbido o desprendido y el trabajo realizado en el proceso.</li> <li><b>2.1.</b> Explica razonadamente el procedimiento para determinar el equivalente mecánico del calor.</li> <li><b>3.1.</b> Expresa las reacciones mediante ecuaciones termoquímicas.</li> <li><b>4.1.</b> Calcula la variación de entalpía de una reacción aplicando la ley de Hess, conociendo las entalpías de formación asociadas a una transformación química dada e interpreta su signo.</li> </ol>

## Objetivos

- Determinar la entalpía de hidratación de un compuesto, en concreto el  $\text{CuSO}_4$  anhidro.
- Determinar si una reacción es endotérmica o exotérmica.
- Aplicar la ley de Hess y ver su utilidad a la hora de calcular entalpías.
- Hacer uso de un sistema simple como es el vaso calorimétrico para la medida del calor.

## Cuestiones

1. ¿Qué cambios se han podido observar al añadir el  $\text{CuSO}_4$  anhidro al agua? ¿qué ha ocurrido?
2. Los procesos de disolución del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y del  $\text{CuSO}_4$  anhidro en agua, ¿son exotérmicos o endotérmicos?
3. Expresar la reacción de hidratación del  $\text{CuSO}_4$  anhidro como suma o resta de las entalpías de disolución del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CuSO}_4$  anhidro. Relación con la ley de Hess.
4. ¿La reacción de hidratación del  $\text{CuSO}_4$  anhidro es exotérmica o endotérmica?

## PRÁCTICA 7. SÍNTESIS DE NYLON 6, 10

Una forma de conseguir que el alumnado se encuentre más ligado a la Química es acercándoles la Química a la vida cotidiana. En este caso se intentará a través de la síntesis de nylon 6, 10 (**Garde y Uriz, 1997**). En el caso del alumnado de 1º de Bachillerato también les servirá de base para el siguiente curso, donde estudiarán la polimerización y algunos tipos de polímeros, entre los que se encuentra en nylon.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### 2º de ESO

Al igual que ocurre con la práctica 5, la unidad didáctica a la que corresponde la presente práctica es la referente a las reacciones químicas. Se sigue el mismo esquema que con la anterior para la elección de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

*Tabla 17. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 7 'Síntesis de nylon 6, 10'.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Estados de agregación de la materia. Cambios de estado. Modelo cinético molecular.	<b>1.</b> Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético molecular.	<b>1.1.</b> Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos. <b>2.1.</b> Distingue y clasifica sistemas materiales en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas o heterogéneas.
- Sustancias puras y mezclas.	<b>2.</b> Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas	<b>2.2.</b> Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.
- Mezclas de especial interés: disoluciones.	(homogéneas y heterogéneas).	<b>2.3.</b> Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado.

## 1º de Bachillerato

*Tabla 18. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 7 'Síntesis de nylon 6, 10'.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>- Compuestos de carbono: grupos funcionales y funciones orgánicas. Clasificación de los compuestos orgánicos. Hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados.</p> <p>- Aplicaciones y propiedades de algunas funciones orgánicas y compuestos frecuentes.</p> <p>- Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono.</p>	<p><b>1.</b> Reconocer hidrocarburos saturados e insaturados con compuestos de interés industrial.</p> <p><b>2.</b> Identificar compuestos orgánicos que contengan funciones oxigenadas y nitrogenadas.</p> <p><b>3.</b> Valorar el papel de la química del carbono en nuestras vidas.</p>	<p><b>1.1.</b> Formula y nombra según las normas de la IUPAC: compuestos de cadena abierta y cerrada.</p> <p><b>2.1.</b> Formula y nombra según las normas de la IUPAC: compuestos orgánicos sencillos con una función oxigenada o nitrogenada.</p> <p><b>3.1.</b> Relaciona las reacciones de polimerización con procesos de obtención de nuevos materiales.</p>

## Objetivos

- Identificar los diferentes grupos funcionales oxigenados y nitrogenados de cada uno de los reactivos y del producto.
- Realizar la polimerización de un compuesto como el nylon 6, 10.
- Acercar la química a su vida cotidiana al ser un compuesto presente en objetos como cepillos, alfombras...

## Cuestiones

1. ¿Cuál es la estructura de la 1,6-hexanodiamina?
2. ¿Cuál es la estructura del cloruro de sebacoilo?
3. ¿Qué significa la nomenclatura nylon 6, 10? ¿Cuál es la estructura base del nylon 6, 10?
4. ¿Qué otros polímeros puedes observar en tu día a día?



## PRÁCTICA 8. ANÁLISIS DEL TIRO PARABÓLICO CON TRACKER

Se busca que el alumnado descubra nuevas maneras de aprender Física de una forma divertida, utilizando recursos cercanos a ellos como son un móvil y un ordenador. En esta práctica se aplica para el caso del estudio del movimiento parabólico, haciendo uso de dos software libres y gratuitos: Tracker, (Brown et al., 2021) y Audacity, (Audacity Team, 2021).

### Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables

#### 2º de ESO

Tabla 19. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 8 'Análisis del tiro parabólico con Tracker'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- El movimiento. Posición. Trayectoria. Desplazamiento. Velocidad media e instantánea. - M.R.U. Gráficas posición tiempo (x-t). - Fuerza de la gravedad. Peso de los cuerpos.	<b>1.</b> Establecer la velocidad de un cuerpo como la relación entre el desplazamiento y el tiempo invertido en recorrerlo. Diferenciar espacio recorrido y desplazamiento y velocidad media e instantánea. Hacer uso de representaciones gráficas posición-tiempo para realizar cálculos en problemas cotidianos. <b>2.</b> Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos. Diferenciar entre masa y peso.	<b>1.1.</b> Determina, experimentalmente o a través de aplicaciones informáticas, la velocidad media de un cuerpo interpretando el resultado. <b>1.2.</b> Realiza cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad. <b>2.1.</b> Distingue entre masa y peso calculando el valor de la aceleración de la gravedad a partir de la relación entre ambas magnitudes.

## 1º de Bachillerato

*Tabla 20. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 8 'Análisis del tiro parabólico con Tracker'.*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El movimiento. Elementos del movimiento. Tipos de movimientos.</li> <li>- Los vectores en cinemática. Vector posición, vector desplazamiento y distancia recorrida.</li> <li>- Movimientos rectilíneos. Tipos. Magnitudes: velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. Ecuaciones.</li> <li>- Composición de los M.R.U. y M.R.U.A. Ejemplos: tiro parabólico.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.</b> Representar gráficamente las magnitudes vectoriales que describen el movimiento en un sistema de referencia adecuado.</li> <li><b>2.</b> Reconocer las ecuaciones del movimiento rectilíneo y aplicarlas a situaciones concretas.</li> <li><b>3.</b> Interpretar representaciones gráficas del movimiento rectilíneo.</li> <li><b>4.</b> Determinar velocidades y aceleraciones instantáneas a partir de la expresión del vector de posición en función del tiempo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.1.</b> Describe el movimiento de un cuerpo a partir de sus vectores posición, velocidad y aceleración en un sistema de referencia dado.</li> <li><b>2.1.</b> Obtiene las ecuaciones que describen la velocidad y la aceleración de un cuerpo a partir de la expresión del vector de posición en función del tiempo.</li> <li><b>2.2.</b> Resuelve ejercicios prácticos de cinemática en dos dimensiones (movimiento de un cuerpo en un plano), aplicando las ecuaciones de los M.R.U. y M.R.U.A.</li> <li><b>3.1.</b> Interpreta las gráficas que relacionan las variables implicadas en los M.R.U. y M.R.U.A. aplicando las ecuaciones adecuadas para obtener los valores del espacio recorrido, la velocidad y la aceleración.</li> <li><b>4.1.</b> Planteado un supuesto, identifica el tipo o tipos de movimientos implicados, y aplica las ecuaciones de la cinemática para realizar predicciones acerca de la posición y velocidad del móvil.</li> </ol>

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>- Uso de representaciones gráficas para el estudio del movimiento.</p> <p>- Ley de Gravitación Universal. Expresión vectorial. Fuerza de atracción gravitatoria. El peso de los cuerpos.</p>	<p>5. Identificar el movimiento no circular de un móvil en un plano como la composición de dos movimientos unidimensionales rectilíneo uniforme M.R.U. y M.R.U.A.</p> <p>6. Determinar y aplicar la ley de Gravitación Universal a la estimación del peso de los cuerpos y a la interacción entre cuerpos teniendo en cuenta su carácter vectorial.</p>	<p>5.1.Reconoce movimientos compuestos, establece las ecuaciones que lo describen, calcula el valor de magnitudes tales como, alcance y altura máxima, así como valores instantáneos de posición, velocidad y aceleración.</p> <p>5.2.Resuelve problemas relativos a la composición de movimientos descomponiéndolos en dos movimientos rectilíneos.</p> <p>6.1.Expresa la fuerza de la atracción gravitatoria entre dos cuerpos cualesquiera, conocidas las variables de las que depende, estableciendo cómo inciden los cambios en estas sobre aquella.</p>

## Objetivos

- Estudiar el movimiento parabólico utilizando el software libre y gratuito Tracker y una grabación con el móvil.
- Descubrir una manera fácil de estudiar el movimiento parabólico y su descomposición profundizando también en el estudio de los vectores.
- Hacer uso de las TIC para el estudio del movimiento.

## Cuestiones

1. ¿En qué condiciones se habría obtenido un valor de la aceleración de la gravedad ideal?
2. ¿Cómo se podría calcular el alcance haciendo uso del software Audacity?
3. ¿Cuál sería el ángulo de máximo alcance?

## **PRÁCTICA 9. LEY DE HOOKE**

Con la presente práctica se pretende que el alumnado descubra el significado de la ley de Hooke a partir de un experimento sencillo y la relacione con fenómenos de la vida cotidiana.

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### **2º de ESO**

*Tabla 21. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 9 'Ley de Hooke'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Fuerzas. Efectos. Ley de Hooke. Fuerza de la gravedad. Peso de los cuerpos.	<b>1.</b> Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.	<b>1.1.</b> En situaciones de la vida cotidiana identifica las fuerzas que intervienen y las relaciona con sus correspondientes efectos en la deformación o en la alteración del estado de movimiento de un cuerpo. <b>1.2.</b> Establece la relación entre el alargamiento producido en un muelle y las fuerzas que han producido esos alargamientos, describiendo el material a utilizar y el procedimiento a seguir para ello y poder comprobarlo experimentalmente.

## 1º de Bachillerato

Tabla 22. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 9 'Ley de Hooke'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Unidades. Composición de fuerzas. Diagramas de fuerzas. - Fuerzas elásticas. Ley de Hooke. Dinámica del M.A.S. Movimiento horizontal y vertical de un muelle elástico.	<b>1.</b> Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y resolver ejercicios de composición de fuerzas. <b>2.</b> Reconocer las fuerzas elásticas en situaciones cotidianas, calcular su valor y describir sus efectos relacionándolos con la dinámica del M.A.S.	<b>1.1.</b> Representa todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, obteniendo la resultante y extrayendo consecuencias sobre su estado de movimiento. <b>2.1.</b> Determina experimentalmente la constante elástica de un resorte aplicando la ley de Hooke. <b>2.2.</b> Demuestra que la aceleración de un movimiento armónico simple (M.A.S.) es proporcional al desplazamiento utilizando la ecuación fundamental de la Dinámica.

### Objetivos

- Aprender el significado de la ley de Hooke haciendo uso de un muelle y pesas de diferentes masas.
- Calcular el valor de la constante elástica del muelle,  $k$ .
- Observar gráficamente la dependencia de la aceleración con el desplazamiento.

### Cuestiones

1. ¿A qué equivale el peso en la ecuación de la ley de Hooke? ¿cuáles son las unidades del peso?
2. ¿El alargamiento del muelle es directa o inversamente proporcional al peso?
3. Si pusiéramos una masa de 25 g, ¿cuál sería la elongación del muelle? ¿y si pusiéramos una masa de 2 kg?

## **PRÁCTICA 10. TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA: ENERGÍA POTENCIAL Y ENERGÍA CINÉTICA**

### **Introducción**

Con la décima práctica se pretende que el alumnado compruebe de una manera sencilla el principio de conservación de la energía a través de la transformación de energía potencial en energía cinética y viceversa, y su perpetuidad si no fuera por la existencia de fuerzas de rozamiento (Hernández et al., 2018).

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### **2º de ESO**

*Tabla 23. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 10 'Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Energía. Unidades. - Tipos de energía. Transformaciones de la energía y su conservación.	<b>1.</b> Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios. <b>2.</b> Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio.	<b>1.1.</b> Argumenta que la energía se puede transferir, almacenar o disipar, pero no crear ni destruir, utilizando ejemplos. <b>1.2.</b> Reconoce y define la energía como una magnitud expresándola en la unidad correspondiente en el Sistema Internacional. <b>2.1.</b> Relaciona el concepto de energía con la capacidad de producir cambios e identifica los diferentes tipos de energía que se ponen de manifiesto en situaciones cotidianas explicando las transformaciones de unas formas a otras.

## 1º de Bachillerato

Tabla 24. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 10 'Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Formas de energía. Transformación de la energía. - Principio de conservación de la energía mecánica. - Sistemas conservativos.	<b>1.</b> Establecer la ley de conservación de la energía mecánica y aplicarla a la resolución de casos prácticos. <b>2.</b> Reconocer sistemas conservativos.	<b>1.1.</b> Aplica el principio de conservación de la energía para resolver problemas mecánicos. <b>2.1.</b> Clasifica en conservativas y no conservativas las fuerzas que intervienen en un supuesto teórico justificando las transformaciones energéticas que se producen.

### Objetivos

- Comprobar el principio de conservación de la energía a partir de la transformación de la energía potencial en energía cinética y viceversa.
- Observar las pérdidas energéticas debidas a la fuerza de rozamiento u otras causas.
- Conocer las unidades de energía en el Sistema Internacional de Unidades.

### Cuestiones

1. ¿Qué hace que el disco acabe llegando al estado de reposo?
2. ¿Qué implica que la energía mecánica se conserve a la hora de explicar qué ocurre con la energía cinética y la energía potencial?
3. Poner las unidades de la energía cinética y de la energía potencial en el Sistema Internacional.
4. Determinar la expresión de conservación de la energía considerando la energía potencial y la energía cinética total (rotación y traslación).

## **PRÁCTICA 11. ELECTRIZACIÓN POR FROTAMIENTO**

Se busca que el alumnado descubra a través de pequeños experimentos los efectos de la electricidad estática por frotamiento o triboelectricidad (**Separación de una mezcla de pimienta y sal con electricidad estática, 2017**).

### **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

#### **2º de ESO**

La unidad didáctica a la que corresponde la práctica es la referente a las fuerzas de la naturaleza, la electricidad y el magnetismo. El contenido de dicha unidad didáctica no viene estipulado en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Esto es debido a que los contenidos referentes a las fuerzas de la naturaleza, la electricidad y el magnetismo se consideran una ampliación del temario. Por ello se ha buscado su relación con el currículo existente seleccionando lo que se muestra en la **Tabla 25**.

*Tabla 25. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 11 'Electrización por frotamiento'.*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
- Fuerzas. Efectos. Fuerza de la gravedad. Peso de los cuerpos.	<b>1.</b> Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.	<b>1.1.</b> En situaciones de la vida cotidiana, identifica las fuerzas que intervienen y las relaciona con sus correspondientes efectos en la deformación o en la alteración del estado de movimiento de un cuerpo.



## 1º de Bachillerato

Tabla 26. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 11 'Electrización por frotamiento'.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
- Naturaleza eléctrica de la materia. Concepto de carga eléctrica. - Interacción electrostática: ley de Coulomb. Principio de superposición.	<b>1.</b> Conocer la ley de Coulomb y caracterizar la interacción entre dos cargas eléctricas puntuales.	<b>1.1.</b> Halla la fuerza neta que un conjunto de cargas ejerce sobre una carga problema utilizando la ley de Coulomb.

### Objetivos

- Analizar el fenómeno de electrización, concretamente la electrización por frotamiento o triboelectricidad.
- Poner de manifiesto la interacción electrostática a partir de experiencias sencillas realizadas con material cotidiano.

### Cuestiones

1. ¿Qué ha ocurrido al frotar el bolígrafo y el globo para electrizarlo?
2. ¿Por qué se desvía el chorro de agua al acercarse el bolígrafo?
3. ¿Por qué podemos separar la pimienta de la sal? Comentar la relación con la separación del globo.
4. ¿Se podría obtener un efecto similar si se frotara una varilla metálica en lugar del bolígrafo o el globo? Compruébalo.

## 12.EVALUACIÓN

La evaluación es un elemento clave que nos facilita la información necesaria sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Haciendo uso de una evaluación continua, formativa, integradora e individualizada, se puede realizar una autoevaluación de la propuesta por parte del profesorado con el fin de incorporar al proceso de enseñanza-aprendizaje correcciones o apoyos que permitan al alumnado alcanzar los objetivos.

Los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje para las diferentes experiencias se han desarrollado en el **apartado 11**. En la **Tabla 27** se muestra la relación de cada práctica con sus instrumentos de evaluación.

*Tabla 27. Relación de prácticas de laboratorio con sus instrumentos de evaluación.*

Práctica laboratorio	Instrumentos de evaluación
<b>Práctica 1.</b> Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos	- Tabla material de material, uso, manejo unidades y dibujo.
<b>Práctica 2.</b> Purificación y cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	- Cuestiones de la práctica. - Cuaderno de laboratorio.
<b>Práctica 3.</b> Ley de Charles	- Cuestiones de la práctica. - Cuaderno de laboratorio.
<b>Práctica 4.</b> Lluvia de oro	- Cuestiones de la práctica. - Cuaderno de laboratorio.
<b>Práctica 5.</b> Detective lombarda	- Cuestiones de la práctica. - Cuaderno de laboratorio.
<b>Práctica 6.</b> Entalpía de hidratación del $\text{CuSO}_4$ anhidro. Ley de Hess	- Cálculos de entalpías y capacidad calorífica del calorímetro. - Cuestiones de la práctica. - Cuaderno de laboratorio.

<b>Práctica 7.</b> Síntesis de nylon 6, 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestiones de la práctica.</li> <li>- Cuaderno de laboratorio.</li> </ul>
<b>Práctica 8.</b> Análisis del tiro parabólico con Tracker	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Archivo Excel con los cálculos realizados.</li> <li>- Cuestiones de la práctica.</li> <li>- Cuaderno de laboratorio.</li> </ul>
<b>Práctica 9.</b> Ley de Hooke	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo de la constante k del muelle y elongación según distintas masas.</li> <li>- Cuestiones de la práctica.</li> <li>- Cuaderno de laboratorio.</li> </ul>
<b>Práctica 10.</b> Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestiones de la práctica.</li> <li>- Cuaderno de laboratorio.</li> </ul>
<b>Práctica 11.</b> Electrización por frotamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestiones de la práctica.</li> <li>- Cuaderno de laboratorio.</li> </ul>

### 12.1.CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Con el fin de obtener una calificación del alumnado en cada trimestre se divide el peso total de la calificación final en los porcentajes que se muestran en la **Tabla 28** y **Tabla 29**, para 2º de ESO y 1º de Bachillerato, respectivamente.

#### 2º de ESO

*Tabla 28. Relación de la tarea o la actividad con su peso en porcentaje para 2º de ESO.*

Tarea o actividad	Porcentaje
<b>Prueba escrita:</b> un examen por cada una unidad didáctica o conjunto de unidades didácticas del trimestre.	70%
<b>Trabajo en el laboratorio:</b> incluye el cuaderno de laboratorio.	20%
<b>Actitud en el laboratorio y con los compañeros</b>	10%

## 1º de Bachillerato

Tabla 29. Relación de la tarea o la actividad con su peso en porcentaje para 1º de Bachillerato.

Tarea o actividad	Porcentaje
<b>Prueba escrita:</b> un examen por cada una unidad didáctica o conjunto de unidades didácticas del trimestre.	60%
<b>Cuestiones de cada práctica:</b> conjunto de cuestiones al finalizar cada práctica.	10%
<b>Trabajo en el laboratorio:</b> incluye el cuaderno de laboratorio y los apuntes realizados para la preparación de cada una de las experiencias.	20%
<b>Actitud en el laboratorio y con los compañeros</b>	10%

La evaluación del progreso del aprendizaje del alumnado a lo largo de cada uno de los trimestres y, finalmente, del curso, se lleva a cabo con las puntuaciones obtenidas en las pruebas escritas, las cuestiones de las prácticas (únicamente para el curso de 1º de Bachillerato), el trabajo y la actitud en el laboratorio. Uno de los instrumentos de evaluación del trabajo del laboratorio es el cuaderno de prácticas. En éste, para el alumnado de 2º de ESO se busca que redacten de forma breve la experiencia realizada y que realicen anotaciones de las cosas que les han podido parecer curiosas o que han llamado su atención y por qué. También se busca que realicen una pequeña reflexión sobre cada experiencia y en qué situación de la vida cotidiana observan ese mismo fenómeno. El cuaderno de laboratorio en el caso de 1º de Bachillerato no sólo debe tener una redacción más detallada de la experiencia y de los fenómenos que suceden en ésta, sino que también debe incluir los apuntes realizados para la preparación de cada una de las experiencias. Destacando la importancia de ciertas partes y el porqué de esa importancia.

Los porcentajes establecidos para cada una de las tareas consideradas varían ligeramente según el curso al que están destinados. Esto es debido a que en 1º de Bachillerato se da más importancia a la parte más conceptual, buscándose que el alumnado adquiera unos

conocimientos base que le sean de gran ayuda en un futuro. Todo ello, sin olvidar la parte de trabajo y actitud en el laboratorio. En el caso de 2º de ESO, al buscarse que el alumnado, además de aprender, principalmente obtenga un acercamiento a la materia de forma procedimental, se da un peso sustancial al trabajo y a la actitud en el laboratorio.

Además, para la calificación de cada uno de los trimestres será necesario que el alumnado haya obtenido una calificación mínima de 4 puntos en la media aritmética de todas las pruebas escritas realizadas durante el trimestre para considerar las calificaciones de las prácticas de laboratorio. Para la obtención de la nota final de curso se realiza una media aritmética de las calificaciones de cada uno de los trimestres.

## 12.2.EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA POR EL ALUMNADO

Al igual que se ha hecho con las experiencias realizadas y con el fin de primar la evaluación continua, formativa y en constante desarrollo y búsqueda de mejora, se da voz a los estudiantes a través de unas cuestiones sobre la calidad, utilidad y el grado de satisfacción con la propuesta. Para ello, se hace uso de unas listas de cotejo anónimas para cada uno de los cursos, utilizando un formato a modo de preguntas con el fin de hacer más sencilla la contestación al alumnado y facilitar el posterior análisis de las respuestas. Las listas de cotejo en cuestión se muestran en la **Tabla 30** y en la **Tabla 31**.

## 2º de ESO

Tabla 30. Lista de cotejo para evaluación el proceso de enseñanza en 2º de ESO.

Indicador de logro	Sí	No	Observaciones
¿Te han parecido adecuadas las explicaciones de tus compañeros?			
¿Crees que las experiencias prácticas te han ayudado a entender lo dado en clase?			
¿Podrías afirmar con seguridad que en todo momento entendías lo que estabas haciendo? <i>Si la respuesta es no, señala en el apartado de observaciones en qué prácticas sentiste que no entendías lo que hacías.</i>			
¿Ha aumentado tu interés en la materia la realización de las experiencias?			
¿Te has sentido cómodo/a con tus compañeros de grupo?			
¿Hay algún aspecto de la dinámica que se debería cambiar? <i>Si la respuesta es sí, señala en el apartado de observaciones esos aspectos.</i>			

## 1º de Bachillerato

*Tabla 31. Lista de cotejo para evaluación el proceso de enseñanza en 1º de Bachillerato.*

Indicador de logro	Sí	No	Observaciones
¿Crees que la preparación de las experiencias te ha ayudado a comprender mejor lo dado en clase?			
¿Cambiarías las explicaciones que has realizado en alguna de las experiencias? <i>Si la respuesta es sí, señala en el apartado de observaciones a qué experiencia/s te refieres y qué mejorarías en caso de haber una próxima explicación de esa/s experiencia/s.</i>			
¿Podrías afirmar con seguridad que en todo momento entendías lo que estabas haciendo? <i>Si la respuesta es no, señala en el apartado de observaciones en qué prácticas sentiste que no entendías lo que hacías.</i>			
¿Ha aumentado tu interés en la materia la realización de las experiencias?			
¿Te has sentido cómodo/a con tus compañeros de grupo?			
¿Hay algún aspecto de la dinámica que se debería cambiar? <i>Si la respuesta es sí, señala en el apartado de observaciones esos aspectos.</i>			

## 13.CONCLUSIONES

En el presente Trabajo Fin de Máster se ha diseñado una propuesta didáctica de prácticas de laboratorio con el fin de ser impartidas utilizando la estrategia metodológica aprender enseñando. Las prácticas se han elegido correlacionando los contenidos didácticos de 2º de ESO y de 1º de Bachillerato en base a sus currículos. Se ha estructurado la propuesta didáctica a lo largo de un curso académico, planteando que sea el alumnado de 1º de Bachillerato el que aprenda enseñando a sus compañeros de 2º de ESO. De las once prácticas propuestas se han podido llevar a cabo dos de ellas con estudiantes durante el período del prácticum. Las principales conclusiones del trabajo se muestran a continuación:

- Las experiencias de laboratorio realizadas usando la estrategia metodológica aprender enseñando han mejorado el aprendizaje del alumnado.
- El uso de un modelo pedagógico base como es el constructivismo favorece el aprendizaje significativo del alumnado. Sin dejar atrás la autonomía y el espíritu crítico con el que deben tratar la información partiendo de los conocimientos previos.
- La motivación del alumnado es mayor en una experiencia práctica siguiendo esta estrategia metodológica que en una enseñanza tradicional en la que el alumnado es el que recibe la información de forma pasiva desde un primer momento.
- La preparación del material necesario para impartir la práctica por parte del alumnado es de gran importancia a la hora de adquirir los conocimientos, procurando que el profesorado no dé toda la información necesaria para la comprensión de la práctica sino que requiera un trabajo personal del estudiante.
- Los guiones incompletos y el tomar el rol de profesorado aumentan la motivación del alumnado al sentirse una parte activa del proceso enseñanza-aprendizaje.
- Una posible mejora sería introducir un método de evaluación con formato encuesta o tipo test con el fin de restar subjetividad y complejidad a los resultados, como ocurre con las cuestiones.
- En trabajos posteriores se podría hacer más hincapié en los resultados de aprendizaje obtenidos por el alumnado de 2º de ESO.



## 14. BIBLIOGRAFÍA

Allen, V. L., y Feldman, R. S. (1973). *Learning through tutoring: Low-achieving children as tutors*. Journal of Experimental Education, 42(1).  
<https://doi.org/10.1080/00220973.1973.11011433>

Annis, L. F. (1983). *The processes and effects of peer tutoring*. Human Learning: Journal of Practical Research & Applications, 2(1).

Audacity Team, (2021). *Audacity (Windows)*. Uptodown. Retrieved 25 March 2021, from <https://audacity.uptodown.com/windows>.

Ausubel, D. P., y Novak, J. D. (1983). *Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognoscitivo*. Trillas.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Paidós.

Bargh, J. A., y Schul, Y. (1980). *On the cognitive benefits of teaching*. Journal of Educational Psychology, 72(5), 593-604. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.72.5.593>

Barradas Solas F., Valera Arroyo, P. y Vidal Fernández M.ª C. (2015). *Física y química, 1º de Bachillerato*. Santillana Educación.

Brown, D., Christian, W., y Hanson, R. M. (2021). *Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education*. Retrieved 25 March 2021, from <https://physlets.org/tracker/>

Bustamante Pedroza, J. E. (2017). *Uso de experiencias de laboratorio para el aprendizaje significativo de la ley de Charles en Química*. Universidad del Norte. Retrieved 27 March 2021, from <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7671/130245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Cohen, P. A., Kulik, J. A., y Kulik, C. C. (1982). *Educational outcomes of tutoring: A meta-analysis of findings*. American Educational Research Journal, 19(2), 237-248.  
<https://doi.org/10.3102%2F00028312019002237>

Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching, Third edition*. The Dryden Press.

Duran, D. (2014). *Aprender a enseñar. Evidencias e implicaciones educativas de aprender enseñando*. Narcea.

Excelencemanagement (2020). *El cono de la experiencia y aprendizaje de Edgar Dale*. Retrieved 27 May 2021, from <https://excelencemanagement.wordpress.com/2020/11/27/el-cono-de-la-experiencia-y-aprendizaje-de-edgar-dale/>

Fiorella, L., y Mayer, R. E. (2013). *The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy*. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4). <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.06.001>

Furió Más, C. J. (2018). *La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida*. *Educación Química*, 17(4e). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011>

Garde, J., y Uriz, F. (1997). *Prácticas de química para Educación Secundaria*. Gobierno de Navarra. Departamento de Educación y Cultura.

Greenwood, C. R., Delquadri, J. C., & Hall, R. V. (1989). *Longitudinal effects of classwide peer tutoring*. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 371-383. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.371>

Hernández, I., Dzib, A., López, C., y Cano, E. (2018.) *Manual de prácticas de laboratorio Física. Fase II*. Universidad Autónoma de Campeche. Retrieved 26 March 2021, from <https://prepaermilo.uacam.mx/view/download?file=82/MANUAL%20DE%20LABORATORIO%20DE%20FISICA.pdf&tipo=noticias>.

Herrero Domínguez S. (2016). *I.amAble: la ciencia al alcance de la sociedad | I.amAble*. I.amAble. Retrieved 17 May 2021, from <http://iamable.ucm.es/IamAble/>.

Jiménez Prieto, R. y Torres Verdugo P. (2016) *Física y Química, 2º de ESO*. Bruño.

Kobayashi, K. (2018). *Learning by Preparing-to-Teach and Teaching: A Meta-Analysis*. *Japanese Psychological Research*, 61(3). <https://doi.org/10.1111/jpr.12221>

Lucci, M. (2006). *La propuesta de Vygotsky: La Psicología Socio-histórica*. Profesorado, Revista de Currículum y Formación Del Profesorado, 10(2).

Piaget, J. (2019). *Psicología y pedagogía. Cómo llevar la teoría del aprendizaje a la práctica docente*. Siglo XXI Editora Iberoamericana.

Roscoe, R. D., y Chi, M. T. H. (2007). *Understanding Tutor Learning: Knowledge-Building and Knowledge-Telling in Peer Tutors' Explanations and Questions*. *Review of Educational Research*, 77(4), 534–574. <https://doi.org/10.3102/0034654307309920>

Santos, D. (2015). *Aprender Enseñando: La clave para un conocimiento más profundo*. GoConqr. Retrieved 17 May 2021, from <https://www.goconqr.com/es/examtime/blog/aprender-ensenando/>.

Schmeck, R. R. (1988a). *Individual Differences And Learning Strategies*. *Learning and Study Strategies*, 171-191. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-742460-6.50016-5>

Schmeck, R. R. (1988b). *An Introduction to Strategies and Styles of Learning*. *Learning Strategies and Learning Styles*, 3-19. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2118-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2118-5_1)

Schunk, D. H. (2019). *Learning Theories An Educational Perspective, Eighth Edition*. Pearson.

Weinstein, C. E., y Underwood, V. L. (2014). *Learning strategies: The how of learning*. En J. Segal, S. Chipman y R. Glaser (Eds.), *Thinking and Learning Skills, Vol. 1: Relating Instruction To Research*, 241-258. Taylor & Francis.

*Separación de una mezcla de pimienta y sal con electricidad estática* (2017). Experimentos y actividades educativas. Retrieved 28 March 2021, from <https://educaconbigbang.com/2017/02/separacion-una-mezcla-pimienta-sal-electricidad-estatica/>.

## 15.LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

### LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Relación de cada práctica con las unidades didácticas correspondientes de 2º de ESO y 1º de Bachillerato. ....	<b>26</b>
<b>Tabla 2.</b> Temporalización de las prácticas de laboratorio en función del trimestre.....	<b>28</b>
<b>Tabla 3.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 5 'Detective lombarda'. ....	<b>31</b>
<b>Tabla 4.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 5 'Detective lombarda' .....	<b>32</b>
<b>Tabla 5.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 4 'Lluvia de oro'.....	<b>33</b>
<b>Tabla 6.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 4 'Lluvia de oro'.....	<b>34</b>
<b>Tabla 7.</b> Rúbrica de evaluación de la práctica 5 'Detective lombarda'. ....	<b>41</b>
<b>Tabla 8.</b> Rúbrica de evaluación de la práctica 4 'Lluvia de oro'. ....	<b>42</b>
<b>Tabla 9.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 1 'Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos'. ....	<b>48</b>
<b>Tabla 10.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 1 'Trabajo en el laboratorio: normas en el laboratorio, material básico y tratamiento de residuos'. ....	<b>49</b>
<b>Tabla 11.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 2 'Purificación y cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ '. ....	<b>51</b>
<b>Tabla 12.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 2 'Purificación y cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ '. ....	<b>52</b>
<b>Tabla 13.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 3 'Ley de Charles'. ....	<b>54</b>
<b>Tabla 14.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 3 'Ley de Charles'. ....	<b>55</b>
<b>Tabla 15.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 6 'Entalpía de hidratación del $\text{CuSO}_4$ anhidro. Ley de Hess'.....	<b>58</b>
<b>Tabla 16.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 6 'Entalpía de hidratación del $\text{CuSO}_4$ anhidro. Ley de Hess'. ....	<b>59</b>
<b>Tabla 17.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 7 'Síntesis de nylon 6, 10'.....	<b>61</b>

<b>Tabla 18.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 7 'Síntesis de nylon 6, 10'.....	<b>62</b>
<b>Tabla 19.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 8 'Análisis del tiro parabólico con Tracker'.....	<b>64</b>
<b>Tabla 20.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 8 'Análisis del tiro parabólico con Tracker'.....	<b>65</b>
<b>Tabla 21.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 9 'Ley de Hooke'.....	<b>67</b>
<b>Tabla 22.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 9 'Ley de Hooke'.....	<b>68</b>
<b>Tabla 23.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 10 'Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética'. .....	<b>69</b>
<b>Tabla 24.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 10 'Transformación de la energía: energía potencial y energía cinética'. .....	<b>70</b>
<b>Tabla 25.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 2º de ESO para la práctica 11 'Electrización por frotamiento'. .....	<b>71</b>
<b>Tabla 26.</b> Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo de 1º de Bachillerato para la práctica 11 'Electrización por frotamiento'. .....	<b>72</b>
<b>Tabla 27.</b> Relación de prácticas de laboratorio con sus instrumentos de evaluación. ....	<b>73</b>
<b>Tabla 28.</b> Relación de la tarea o la actividad con su peso en porcentaje para 2º de ESO. ....	<b>74</b>
<b>Tabla 29.</b> Relación de la tarea o la actividad con su peso en porcentaje para 1º de Bachillerato. .....	<b>75</b>
<b>Tabla 30.</b> Lista de cotejo para evaluación el proceso de enseñanza en 2º de ESO. ....	<b>77</b>
<b>Tabla 31.</b> Lista de cotejo para evaluación el proceso de enseñanza en 1º de Bachillerato. ...	<b>78</b>
<b>Tabla 32.</b> Ficha modelo a rellenar con material, uso, forma correcta de uso, unidades y dibujo de cada instrumento.....	<b>86</b>

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cono de la experiencia de Dale, (Excelencemanagement, 2020) .....	<b>8</b>
<b>Figura 2.</b> Grupos de estudiantes de 2º de ESO y 1º de Bachillerato comenzando con la experiencia de la práctica 5 'Detective lombarda'.....	<b>37</b>
<b>Figura 3.</b> Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato) trabajando de forma colaborativa. ....	<b>37</b>
<b>Figura 4.</b> Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato). El alumno de 2º de ESO está filtrando en lo que sus compañeros le explican cómo debe hacerlo.....	<b>38</b>
<b>Figura 5.</b> Grupo de tres integrantes (uno de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato). La alumna de 2º de ESO está comprobando el pH de las disoluciones presentes en los tubos de ensayo utilizando como indicador el extraído de la lombarda. ....	<b>38</b>
<b>Figura 6.</b> Montaje de un puesto para la realización de la experiencia de la práctica 4 'Lluvia de oro'.....	<b>39</b>
<b>Figura 7.</b> Resultado del ensayo de la práctica 4 'Lluvia de oro'. ....	<b>39</b>
<b>Figura 8.</b> Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 5 'Detective lombarda' del grupo 1. ....	<b>43</b>
<b>Figura 9.</b> Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 5 'Detective lombarda' del grupo 2. ....	<b>44</b>
<b>Figura 10.</b> Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 4 'Lluvia de oro' del grupo 1..	<b>44</b>
<b>Figura 11.</b> Gráfico de barras resultados cuestionario práctica 4 'Lluvia de oro' del grupo 2..	<b>45</b>
<b>Figura 12.</b> Gráfico de barras resultados del grado de satisfacción.....	<b>46</b>
<b>Figura 13.</b> Pestaña que hay que pinchar para abrir el vídeo grabado de la experiencia.....	<b>97</b>
<b>Figura 14.</b> Selección del paso inicial y final del vídeo. ....	<b>97</b>
<b>Figura 15.</b> Ventana de ejemplo de cuadro inicial, cuadro final y tamaño de paso. ....	<b>97</b>
<b>Figura 16.</b> Pestaña que hay que pinchar para introducir los ejes.....	<b>98</b>
<b>Figura 17.</b> Pestaña que hay que pinchar para tomar el objeto de referencia y su medida....	<b>98</b>
<b>Figura 18.</b> Pestaña que hay que pinchar para poder comenzar a calcular la trayectoria de la masa puntual elegida.....	<b>98</b>
<b>Figura 19.</b> Ejemplo de la selección realizada a la masa puntual elegida, en este paso, una pelota de tenis de mesa. ....	<b>98</b>
<b>Figura 20.</b> Botón al que hay que pinchar para que comience la búsqueda de la trayectoria de la masa puntual. ....	<b>99</b>
<b>Figura 21.</b> Pestaña emergente en la que hay que pinchas para copiar los datos extraídos para tiempo y posición de ambos ejes.....	<b>99</b>
<b>Figura 22.</b> Montaje del soporte con el disco de Maxwell. ....	<b>101</b>

## 16.ANEXOS

### PRÁCTICA 1. TRABAJO EN EL LABORATORIO: NORMAS EN EL LABORATORIO, MATERIAL BÁSICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

En esta experiencia se busca aprender las normas básicas que hay que cumplir en un laboratorio, el tratamiento de residuos y el uso de material y productos básicos.

#### **Material**

Se utilizará todo aquel material disponible en el laboratorio y de uso común en éste como pueden ser: balanza, vidrio de reloj, espátula, varilla de vidrio, vasos de precipitados...

#### **Procedimiento**

Una vez que el alumnado de 1º de Bachillerato ha introducido las normas básicas de laboratorio y el tratamiento de residuos, tendrán que guiar al alumno de 2º de ESO a la hora de rellenar la ficha que se muestra en la **Tabla 32** con material del laboratorio, explicando para qué sirve y la forma correcta de usarlo junto con un pequeño dibujo que puedan tomar como referencia a posteriori. En caso de necesitar ayuda, el profesor estará disponible para responder cualquier duda que surja.

*Tabla 32. Ficha modelo a rellenar con material, uso, forma correcta de uso, unidades y dibujo de cada instrumento.*

MATERIAL	USO/FIN	MANEJO	UNIDADES	DIBUJO
PROBETA				
PIPETA				
PIPETEADOR				
CUENTAGOTAS O PIPETA PASTEUR				
BURETA				
MATRAZ AFORADO				

TUBOS DE ENSAYO				
VASO DE PRECIPITADOS				
MARTAZ DE FONDO REDONDO				
ERLENMEYER				
VIDRIO DE RELOJ				
VARILLA DE VIDRIO				
AGITADOR MAGNÉTICO				
REFRIGERANTE				
EMBUDO CÓNICO				
CRISTALIZADOR				
EMBUDO DE DECANTACIÓN				
EMBUDO BÜCHNER				
KITASATO				
FRASCO CUENTAGOTAS				
SOPORTE				
PINZA DE NUEZ				
PINZA DE ARO				



PINZA DE MADERA				
GRADILLA				
ESPÁTULA				
MORTERO CON MAZO				
FRASCO LAVADOR				
ESCOBILLA				
BALANZA ANALÍTICA				
TERMÓMETRO				
MECHERO BUNSEN				
TRÍPODE				
PLACA CALEFACTORA				
TAPONES				
PAPEL DE FILTRO				
GOMAS				

## **PRÁCTICA 2. PURIFICACIÓN Y CRISTALIZACIÓN DE $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$**

A través de una sencilla experiencia se va a poder estudiar el proceso de purificación de un compuesto muy llamativo como es el sulfato de cobre (II) pentahidratado y su cristalización.

### **Material**

- Balanza analítica
- Vaso de precipitados de 250 mL
- Varilla de vidrio
- Probeta de 10 mL
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  impuro
- Mortero
- Embudo cónico
- Frasco lavador
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado
- Cristalizador
- Embudo Büchner
- Matraz Kitasato

### **Procedimiento**

1. Se colocan 20 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  impuro en un vaso de precipitados de 250 mL.
2. Se disuelven los 20 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  impuro en la **MÍNIMA** cantidad de agua destilada posible. Para ello, se van añadiendo pequeñas porciones de agua destilada (10 mL aproximadamente).

**IMPORTANTE:** se puede triturar el  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  antes de disolverlo y se puede calentar suavemente la mezcla.

3. Se filtra en embudo cónico para eliminar las impurezas insolubles.
4. Se añade 1 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado.
5. Se vierte la disolución en un cristalizador y se deja enfriar hasta cristalización.
6. Se filtra en Büchner haciendo uso del Kitasato y se secan por succión los cristales.

### **PRÁCTICA 3. LEY DE CHARLES**

Haciendo uso de unos materiales básicos como un globo y una botella de plástico se va a poder observar de manera sencilla la ley de Charles, es decir, la dependencia entre la temperatura y el volumen de un gas.

#### **Material**

- Botella de plástico.
- Globo o bomba.
- Mechero Bunsen.
- Trípode.
- Cristalizador.
- Hielos.
- Cerillas.

#### **Procedimiento experimental**

##### **a) Experiencia 1:**

1. Se toma la botella de plástico y se llena con agua del grifo hasta la mitad de su capacidad.
2. Se coloca el globo en la boquilla de la botella de manera que ésta queda totalmente sellada.
3. Se coloca un cristalizador sobre el trípode y éste encima de un mechero Bunsen con la llama media.
4. Se introduce la botella dentro del cristalizador y se calienta suavemente al baño maría.
5. Se observan los cambios de la botella y del globo.

##### **b) Experiencia 2:**

1. Se toma la misma botella de plástico con el globo de la experiencia anterior y sin modificar ni su estructura ni su posición se coloca dentro de un cristalizador con un baño de agua y hielo.
2. Se observan los cambios de la botella y del globo.

## **PRÁCTICA 4. LLUVIA DE ORO**

A través de un experimento sencillo se van a poder observar escamas brillantes de precipitado de  $\text{PbI}_2$ .

### **Material**

- Matraces aforados de 100 mL
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Balanza analítica
- Vasos de precipitados de 100 mL
- Varilla de vidrio
- Mechero Bunsen
- Grifo con agua corriente (fría)
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- KI sólido
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sólido

### **Procedimiento experimental**

1. Se preparan las disoluciones de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  y KI 0,1 M teniendo en cuenta las especificaciones (peso molecular, riqueza...) mostradas en las etiquetas de los reactivos correspondientes.
2. En un tubo de ensayo, se añaden 2 mL (no es preciso medir exactamente) de la disolución de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M.
3. Se adicionan 4 mL (no es preciso medir exactamente) de la disolución de KI 0,1 M. Se debe observar la formación de un abundante precipitado amarillo de aspecto pulverulento.
4. Se calienta a la llama hasta disolución total del precipitado. Se debe tener cuidado de no llegar a ebullición.
5. Se coge el tubo con unas pinzas, para evitar quemaduras, y se enfría bajo un chorro de agua fría, con cuidado de que el agua no entre en el tubo de ensayo, hasta observar la aparición de escamas brillantes, la lluvia de oro.

## **PRÁCTICA 5. DETECTIVE LOMBARDA**

A través de un experimento sencillo se van a descubrir las propiedades asombrosas de la lombarda como indicador de pH en las reacciones químicas.

### **Material**

- Una o dos hojas de lombarda
- Cuchillo
- Mortero
- Agua destilada
- Calefactor
- Varilla de vidrio
- Soporte
- Embudo cónico
- Papel de filtro
- Vaso de precipitados
- Tijeras
- Recipiente ámbar con pipeta
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Disolución de HCl 0,5 M
- Vinagre
- Disolución de NaOH 0,5 M
- Amoniaco

### **Procedimiento experimental**

1. Se cortan en trozos lo más pequeños posible las hojas de lombarda con el cuchillo.
2. Se vierten los trozos en el mortero y se machacan hasta que quede como un puré. Con esto se busca evitar que haya trozos grandes y así extraer la mayor cantidad de jugo de lombarda.
3. La lombarda se añade sobre un vaso de precipitados y sobre ella unos mililitros de agua destilada.

4. La mezcla se calienta en el calefactor y se agita ligeramente con la varilla de vidrio. Se debe observar que el agua va tiñéndose del morado característico de la lombarda.
5. En el momento en el que se considere que ya se ha teñido el agua suficientemente se retira el vaso de precipitados y se deja que se enfríe.
6. La mezcla se filtra haciendo uso del embudo cónico y del papel de filtro y la disolución se deja que caiga sobre un vaso de precipitados.
7. La disolución se trasvasa a un recipiente ámbar con pipeta.
8. En cada uno de los tubos de ensayo se añaden unos mililitros de disolución de HCl 0,5M, vinagre, disolución de NaOH 0,5M, amoníaco y agua.
9. Sobre cada disolución se añade una pipeta de indicador de lombarda y se observa el cambio de color.

## **PRÁCTICA 6. ENTALPÍA DE HIDRATACIÓN DEL $\text{CuSO}_4$ ANHIDRO. LEY DE HESS**

En esta experiencia se va a hacer uso de la ley de Hess para determinar la entalpía de hidratación del sulfato de cobre anhidro a partir de las entalpías de disolución del sulfato de cobre pentahidratado y anhidro.

### **Material**

- Vaso calorimétrico
- Agitador magnético
- Probeta de 250 mL
- Vidrio de reloj
- Termómetro
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuSO}_4$  anhidro

### **Procedimiento experimental**

1. Se comienza determinando la capacidad calorífica del calorímetro. Para ello, se introduce el termómetro en el calorímetro vacío y se anota la temperatura ( $T_1$ ). Se calientan 500 mL de agua hasta una temperatura de unos 10 a 15 °C por encima de la temperatura del calorímetro. Se mide la temperatura ( $T_2$ ) del agua y se vierte el agua en el calorímetro. Se tapa y se agita suavemente hasta que se establezca el equilibrio térmico ( $T_3$ ).
2. A continuación, se calcula el calor de la disolución de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Para ello, se ponen 500 mL de agua en el vaso calorimétrico. Se cierra y se espera hasta que se establece el equilibrio térmico. Se anota la temperatura ( $T_1$ ), se añaden 25 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , se tapa y se agita suavemente. Se anota el incremento de temperatura cuando se alcance el equilibrio térmico y se haya disuelto todo el  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .
3. Se calcula el calor de disolución del  $\text{CuSO}_4$  anhidro procediendo del mismo modo que en el caso anterior, pero añadiendo 16 g de  $\text{CuSO}_4$ .
4. Se determina la capacidad calorífica del calorímetro.
5. Se determinan las entalpías de disolución del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CuSO}_4$  anhidro.
6. Se calcula la entalpía de hidratación del sulfato de cobre anhidro aplicando la ley de Hess.

## **PRÁCTICA 7. SÍNTESIS DE NYLON 6, 10**

En esta experiencia se va a realizar la reacción de polimerización de obtención de nylon 6, 10 en la interfase de dos líquidos inmiscibles.

### **Material**

- 2 pipetas de 10 mL
- 1 pipeta de 1 mL
- Pipeteador
- Vaso de precipitados de 50 mL
- Cuentagotas
- Alambre
- Papel secante
- Solución 1,6-hexano diamina en agua (5% de riqueza en masa y densidad 1 g/mL)
- Solución de hidróxido sódico (20% de riqueza en masa)
- Verde de bromocresol
- Solución de cloruro de sebacoilo en ciclohexano (9% en masa y densidad 0,78 g/mL)

### **Procedimiento experimental**

1. Se colocan 7 mL de la disolución de 1,6-hexanodiamina en un vaso de precipitados de 50 mL.
2. Se añaden 10 gotas de la disolución de hidróxido sódico y 1 mL de verde de bromocresol para que el producto final sea coloreado.
3. Se adicionan 7 mL de la disolución de cloruro de sebacoilo suavemente sobre la disolución acuosa, con cuidado de no agitar el líquido.
4. Se debe observar la interfase entre ambos líquidos donde se forma el nylon (película blanca) y con ayuda del alambre se arrastra el polímero y se saca fuera, enroscando los hilos obtenidos alrededor de la varilla de vidrio.

**IMPORTANTE:** no tocar ni el nylon ni las disoluciones con las manos.

5. Se añade agua destilada en el vaso de 50 mL lavado previamente y se introduce el nylon obtenido agitando con la varilla de vidrio para lavarlo.
6. Se saca el polímero y se coloca sobre un papel secante, presionando con la mano para eliminar la mayoría del agua.



## **PRÁCTICA 8. ANÁLISIS DEL TIRO PARABÓLICO CON TRACKER**

A través de esta experiencia práctica se va a estudiar el movimiento parabólico haciendo uso de las TIC.

### **Material**

- Pelota
- Dispositivo de grabación (móvil, cámara...)
- Superficie plana y de color uniforme
- Objeto de referencia de medida conocida
- Ordenador con Excel, u otro software equivalente, instalado
- Software libre y gratuito Tracker (<https://physlets.org/tracker/>).
- Micrófono
- Software libre y gratuito Audacity (<https://audacity.uptodown.com/windows9>).

### **Procedimiento experimental**

Todo el procedimiento se realiza suponiendo condiciones experimentales ideales.

1. Se comienza montando el dispositivo experimental. Para ello se coloca un fondo de un color neutro en el que pueda destacar la pelota que vayamos a utilizar como proyectil. Una vez colocado el fondo se enfrenta a éste la cámara de manera que esté perpendicular al fondo y lo más centrada posible. Finalmente, se pone un objeto de referencia de medida conocida que salga en el vídeo.
2. La grabación se va a realizar en cámara lenta por lo que se pone en este modo dentro de la aplicación de Cámara del móvil.
3. Una vez que se comienza a grabar se lanza la pelota y se graba toda la trayectoria. El lanzamiento se realiza procurando que la pelota parta de un origen de coordenadas fácilmente reconocible.
4. El vídeo grabado se exporta al ordenador para abrirlo con el software Tracker.

5. Para abrir el vídeo se pincha a Archivo → Abrir... y se elige el archivo de vídeo que se haya grabado.



Figura 13. Pestaña que hay que pinchar para abrir el vídeo grabado de la experiencia.

6. Una vez que se tiene el vídeo éste se recorta haciendo clic con el botón derecho del ratón → Ajustes del Corte → Se elige el Cuadro inicial y el Cuadro final tomando un Tamaño de paso de 1.

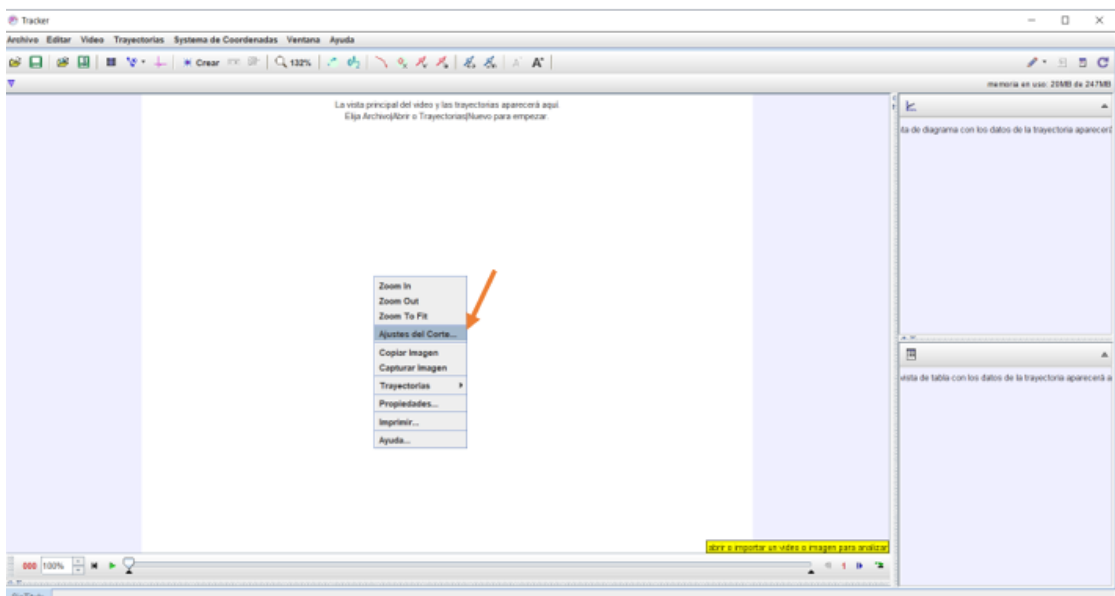


Figura 14. Selección del paso inicial y final del vídeo.

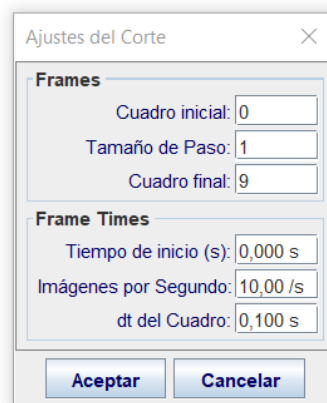


Figura 15. Ventana de ejemplo de cuadro inicial, cuadro final y tamaño de paso.

7. El siguiente paso es poner los ejes.

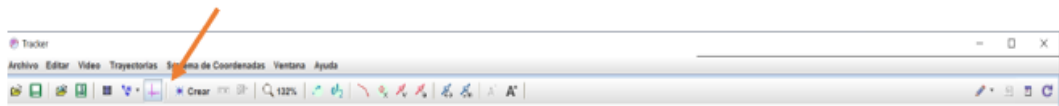


Figura 16. Pestaña que hay que pinchar para introducir los ejes.

**Importante:** los ejes se deben colocar de manera que el origen de coordenadas quede en el centro de la pelota en el paso que se haya tomado como el primero.

8. Se toma la distancia del objeto de referencia y se introduce la medida que conocemos.

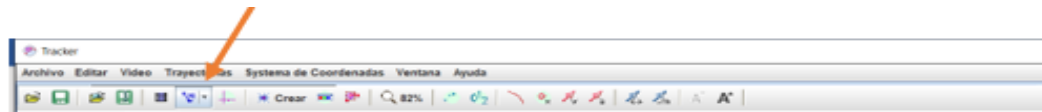


Figura 17. Pestaña que hay que pinchar para tomar el objeto de referencia y su medida.

9. Se introduce la masa puntual que se quiere que siga el programa. Para ello se hace clic en Trayectorias → Nuevo → Masa puntual.

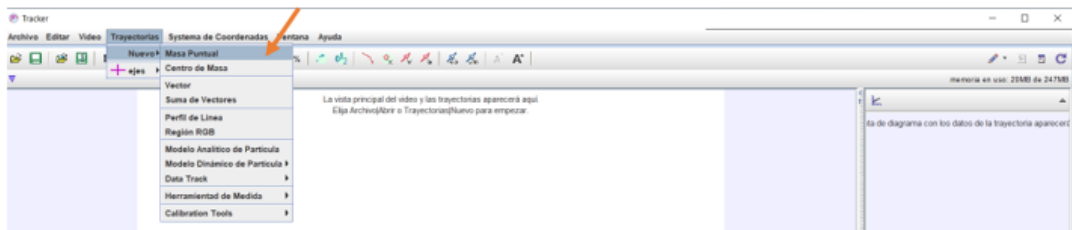


Figura 18. Pestaña que hay que pinchar para poder comenzar a calcular la trayectoria de la masa puntual elegida.

10. Se mantiene pulsado Control+Shift mientras se hace clic sobre la masa puntual y se amplía el campo elegido de la pelota para que se marque toda ella. Además, se elige el cuadro que queremos que siga la pelota.

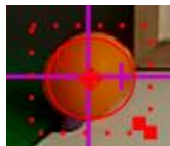


Figura 19. Ejemplo de la selección realizada a la masa puntual elegida, en este paso, una pelota de tenis de mesa.

11. Se comprueba que el software es capaz de seguir toda la trayectoria haciendo clic en 'Search'.

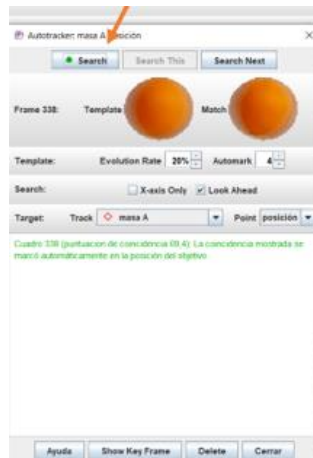


Figura 20. Botón al que hay que pinchar para que comience la búsqueda de la trayectoria de la masa puntual.

12. Si el software sigue la trayectoria de manera correcta, a la derecha de la ventana se ven los datos extraídos para t, x e y. Éstos se copian y se pegan en una hoja de Excel, u otro software equivalente.

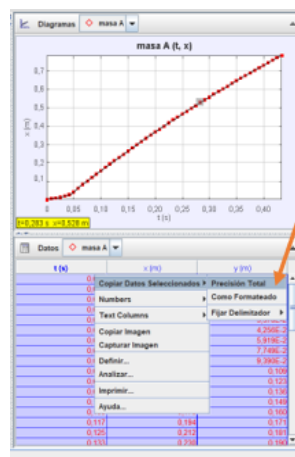


Figura 21. Pestaña emergente en la que hay que pinchar para copiar los datos extraídos para tiempo y posición de ambos ejes.

13. Finalmente, se representa la ecuación de la trayectoria y se calculan: el valor de la aceleración de la gravedad, el valor de las velocidades iniciales para cada uno de los ejes, el valor del ángulo  $\alpha$ , el valor de la velocidad inicial del movimiento, el tiempo de vuelo, el alcance máximo y la altura máxima.

## **PRÁCTICA 9. LEY DE HOOKE**

La experiencia práctica se utiliza para determinar la constante elástica de un muelle aplicando la ley de Hooke, haciendo uso de material sencillo como es un muelle y unas pesas.

### **Material**

- Soporte
- Muelle o resorte
- Pesas de diferente masa: 50 g, 100 g, 200 g, 300 g y 400 g
- Regla
- Ordenador con Excel, u otro software equivalente, instalado

### **Procedimiento experimental**

1. Se coloca el muelle en el soporte.
2. Se mide la elongación que presenta el muelle sin ninguna pesa.
3. Se coloca una pesa de 50 g y se determina la elongación ( $x$ ) que se produce en el muelle en metros. La elongación se calcula como la diferencia de longitudes entre el estado inicial y el nuevo estado de equilibrio.
4. Se sigue el mismo proceso con cada una de las pesas. Se deben obtener un total de cinco valores de masa ( $m$ ) y cinco de elongaciones ( $x$ ).
5. Finalmente, se calcula el valor de la constante elástica del resorte. Para ello, se transforman los valores de masa en valores de peso y se representan estos frente a los valores de elongación ( $x$ ). Se hace un ajuste lineal por mínimos cuadrados de los datos representados y de ahí se obtiene la constante elástica,  $k$ .

## **PRÁCTICA 10. TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA: ENERGÍA POTENCIAL Y ENERGÍA CINÉTICA**

Con esta interesante experiencia práctica se va a comprobar la interconversión de la energía cinética y la energía potencial y el efecto de las fuerzas de rozamiento.

### **Material**

- 1 disco de Maxwell
- Varilla fina para el disco de Maxwell
- 1 cuerda
- 3 varillas para el soporte
- Soporte

### **Procedimiento experimental**

1. Se comienza montando el experimento como se muestra en la **Figura 22**.



*Figura 22. Montaje del soporte con el disco de Maxwell.*

**IMPORTANTE:** el disco debe quedar equilibrado, horizontal y pendiendo de hilos de igual longitud.

2. Se hace girar el disco de modo que los dos extremos del cordel vayan enrollándose por igual hasta que el disco quede casi tocando el externo superior del montaje.
3. Se suelta el disco.
4. Se observa lo que ocurre.

## **PRÁCTICA 11. ELECTRIZACIÓN POR FROTAMIENTO**

Con esta experiencia se va a poner de manifiesto la electricidad estática por frotamiento o triboelectricidad en dos ejemplos muy sencillos e interesantes usando materiales cotidianos.

### **Material**

- Bolígrafo BIC
- Grifo de agua corriente
- Sal gorda
- Pimienta molida
- Globo
- Superficie plana

### **Procedimiento experimental**

#### **a) La electricidad estática y el agua**

1. Para comenzar se frota el bolígrafo BIC con el pelo.
2. Se acerca el bolígrafo al chorro de agua corriente.

**IMPORTANTE:** el chorro de agua debe ser lo más fino posible, pero con régimen laminar.

3. Se observa el fenómeno que ocurre.

#### **b) Separar sal y pimienta por electricidad estática**

1. Se mezcla en una superficie plana la sal gorda y la pimienta molida.
2. Se frota el globo con el pelo.
3. Se acerca el globo al plato para separar la pimienta de la sal.

**IMPORTANTE:** se debe tener en cuenta la distancia entre el globo y la mezcla.

4. Se observa lo que ocurre en función de la distancia entre el globo y el plato.