



# VNiVERSIDAD D SALAMANCA

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS**

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

**INFLUENCIA DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN 3º DE ESO**

*INFLUENCE OF PHYSICS AND CHEMISTRY EXPERIMENTS ON 3<sup>RD</sup> OF ESO*

Autor: David Largo Manteca

Tutora: Beatriz García Vasallo

Junio 2023



# VNiVERSIDAD D SALAMANCA

**Universidad de Salamanca**

**Máster en profesor de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas**

Trabajo de Fin de Máster

Título: Influencia de experimentos de Física y Química en 3º de ESO

Title: Influence of Physics and Chemistry experiments on 3<sup>rd</sup> of ESO

Autor: David Largo Manteca

Tutora: Beatriz García Vasallo

The seal of the University of Salamanca is a circular emblem. It features a central shield divided into four quadrants. The top-left quadrant shows a castle tower, the top-right a lion rampant, the bottom-left a lion passant guardant, and the bottom-right a seated figure holding a staff. Above the shield is a crown with three fleurs-de-lis. The shield is flanked by two crossed keys. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin text 'SIGILLUM UNIVERSITATIS • STUDII • SALAMANTINI'.

*A mi abuelo*

*por su apoyo constante en toda mi educación. Desde los 3 años al irme a buscar al colegio en su coche hasta los 26 por apoyarme en este Máster.*

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos de este TFM.....	2
3. Contexto legal de 3º de ESO.....	3
4. La influencia que tienen los experimentos en el aula.....	7
5. Desarrollo de un experimento en una sesión.....	10
6. Experimentos de aula.....	13
6.1 Química y cocina.....	15
6.2 ¿Cuánto poder tiene el vacío?.....	20
6.3 Hierro que se come.....	23
6.4 ¿Cuántos tipos de chocolates hay?.....	28
6.5 Llamas de colores.....	31
6.6 Prender fuego con una pila.....	34
7. Experimentos adicionales no evaluables.....	38
7.1 Quemar un hilo recubierto de NaCl.....	38
7.2 Volúmenes no aditivos.....	39
7.3 Triboluminiscencia.....	40
7.4 Acidificación de los océanos.....	40
7.5 Electrolisis del agua.....	41
8. Evaluación.....	43
8.1 Evaluación del alumnado.....	43
8.2 Evaluación del impacto de los experimentos planteados.....	45
9. Conclusiones.....	47
10. Bibliografía.....	49

## RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Máster se pretende demostrar que la realización de diferentes experimentos de aula en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO tiene un impacto positivo en el alumnado.

Tales experimentos deben estar relacionados con el currículo de 3º de la ESO para poder explicar a través de ellos algunos contenidos y poder lograr un aprendizaje significativo gracias a la implicación que tiene el alumnado en el desarrollo experimental y al aumento de la motivación y el interés en la asignatura que generan estos experimentos. Se proponen 6 experimentos evaluables repartidos a lo largo de todos los bloques temáticos del curso escolar.

Su éxito depende de que el profesor domine tanto el desarrollo experimental como la asignatura para poder introducir teóricamente los experimentos, desarrollarlos y poder resolver todas las dudas de los alumnos.

Al final de la revisión bibliográfica quedan demostrados todos estos beneficios y se defiende la implantación de esta metodología en un curso escolar.

## **ABSTRACT**

This Final Master Thesis aims to prove that doing classroom experiments on Physics and Chemistry on 3<sup>rd</sup> of ESO has a positive impact in the students.

Said experiments must be connected to the 3<sup>rd</sup> of ESO curriculum to be able to teach through them some of the contents and achieve significant learning thanks to the implication the students have in the development of the experiment and the growth in motivation and interest in the subject they bring. This FMT puts forward 6 evaluable experiments throughout all thematic chunks of the school year.

This success depends on the knowledge the teacher has in the development of the experiment and also in the subject to be able to properly introduce the theory, the development and solve all questions the students may have.

In the end, this bibliographic investigation proves all these positive benefits and stands by the introduction of this methodology in a school year.

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Don David Largo Manteca con DNI [REDACTED] matriculado en la Titulación de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, en la especialidad de Física y Química, declaro que he redactado el Trabajo de Fin de Máster titulado “Influencia de experimentos de Física y Química en 3º de ESO” del curso académico 2022/2023 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En Zamora, a 1 de junio de 2023.

Firmado: David Largo Manteca

## 1. INTRODUCCIÓN

El fuerte carácter experimental y práctico de la asignatura de Física y Química brinda una extraordinaria oportunidad para la realización de diferentes experiencias prácticas que busquen dar vida al currículo de la ESO, motivar a los alumnos y lograr en ellos un aprendizaje significativo.

Tras haber pasado por la parte teórica del Máster, ha sido en el Prácticum cuando realmente se ve y se entiende la importante y difícil labor de un profesor. En el IESO Tomás Bretón he podido consolidar algunos conocimientos teóricos y adquirir una importante experiencia sobre en lo que va a consistir mi futura profesión. He podido comprobar lo difícil que resulta diseñar la temporalización teórico-práctica de una unidad didáctica y de las diferentes sesiones individuales de cada semana, la adecuada selección y realización de experiencias prácticas de aula que ilustren los contenidos y el diseño de algunas prácticas de laboratorio con los alumnos. Algunas de estas experiencias prácticas serán incluidas en este TFM.

Inicialmente cuando decidí construir una base de datos de experimentos que se puedan usar en Física y Química la quería enfocar hacia el currículo de 4º de la ESO, pero finalmente me decanté por 3º por ser el éste el último curso donde la asignatura es obligatoria. La labor de un profesor aparte de educar y enseñar también es la de saber orientar adecuadamente a los alumnos en las decisiones sobre su futuro académico y laboral, por ello, mi intención es construir una visión atractiva de la física y la química para los alumnos que elijan los caminos de las humanidades, la tecnología o la sanidad en cursos posteriores; y poder motivar adecuadamente a los alumnos que se mantengan en el camino de las ciencias, ya sea en la ESO, FP o en Bachillerato.

Con todo esto en mente, mi deseo es crear una base de datos de experimentos en la que la divulgación científica y las demostraciones prácticas sirvan de recurso didáctico indispensable en la formación científica del alumnado. Una imagen vale más que mil palabras y el Prácticum me ha servido para ver lo mucho que los alumnos valoran estas demostraciones en el aula o las visitas al laboratorio. Desaprovechar la oportunidad que da esta asignatura con las experiencias prácticas es imperdonable y este TFM quiere demostrar todos los beneficios que aportan y cómo poder implantarlas correctamente en el currículo de 3º de ESO.



## 2. OBJETIVOS DE ESTE TFM

La elección de este tema para el Trabajo de Fin de Máster busca demostrar una serie de objetivos tras su finalización. Por medio de la búsqueda en bibliografía especializada se pretende profundizar en el impacto que tiene una metodología más práctica como ésta en el alumnado y la influencia de realizar experimentos de aula en la asignatura de Física y Química en el curso de 3º de ESO.

Los objetivos que se quieren demostrar son los siguientes:

- Justificar mediante una bibliografía diversa el impacto positivo de los experimentos de aula durante el transcurso de las unidades didácticas de la asignatura de Física y Química.
- Demostrar que los experimentos de aula que se pueden conectar con los contenidos de la asignatura de Física y Química en 3º de ESO.
- Recopilar algunas de esas experiencias y plantear su realización a lo largo del curso de 3º de ESO.

### 3. CONTEXTO LEGAL DE 3º DE ESO

En este apartado se va a plasmar el contexto curricular actual de la LOMLOE para el curso de 3º de ESO que sirve como base para elegir los experimentos de aula.

Una vez pasado el periodo del Prácticum te das cuenta de que es un curso muy especial por motivos muy diferentes:

- El alumnado aquí ya ha dado un salto de madurez muy apreciable tras pasar de curso desde 2º de ESO, un salto que no se nota tan grande cuando cambias de clase entre 3º y 4º de ESO.
- El horario semanal supone un reto muy atractivo para el profesor, puesto que son sólo 2 horas a la semana. Hay que dar un contenido ligeramente más complejo que en el curso anterior en un tiempo más reducido y a un alumnado que no siempre va a estar interesado en la asignatura.
- En 3º de ESO se pueden juntar en el aula una serie de características en el alumnado que pueden dificultar el desarrollo normal de la asignatura. Es posible que en el aula se mezcle gente que no quiera seguir en la ESO y quiera irse a la Formación Profesional con gente que no tenga interés en las ciencias puras y haya decidido seguir en 4º de ESO por la rama de letras, la tecnológica o la rama de la salud.

Teniendo en cuenta este posible escenario se hace evidente la necesidad de crear un curso ameno para todos y en el que se cree una visión de la física y de la química atractiva para todos los tipos de alumnos y alumnas que hay en 3º. Con la introducción de los experimentos de aula se pretende crear una mejor conexión con las mentes de los alumnos mediante experiencias muy visuales, relacionadas con su contexto personal y el contexto del mundo fuera del aula, y que estén de acuerdo con la LOMLOE, la ley educativa vigente actualmente.

El contexto legal educativo que se presenta en este punto del TFM va a seguir un orden descendente en cuanto a la jerarquía, comenzando por la Unión Europea y acabando por el centro educativo.

El Consejo de la Unión Europea publicó el 22 de mayo de 2018 una Recomendación (Europea, 2018) con el objetivo de establecer un marco educativo común dentro de la Unión. En esta Recomendación se establecen una serie de competencias clave que los Estados miembros deben ofertar en sus sistemas educativos para que mediante ellas los ciudadanos puedan desarrollar un aprendizaje permanente con el cual poder alcanzar “el desarrollo personal, la salud, la empleabilidad y la inclusión social” (Europea, 2018) para así “reforzar la resiliencia de Europa en un momento de rápidos y profundos cambios” (Europea, 2018).

España como miembro de la Unión Europea, ha adaptado las competencias clave de la Recomendación del Consejo Europeo para la Educación Secundaria Obligatoria en el

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, (Profesional, 2022) en el que se establecen las enseñanzas mínimas de esta etapa. Este Real Decreto se enmarca en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE, 2020).

A su vez, la comunidad de Castilla y León al tener competencias educativas dentro de su territorio va a adaptar la normativa nacional a sus particularidades autonómicas, como se recoge en el Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, que establece el currículo de la ESO en Castilla y León (León, 2022).

Por debajo de estas normativas se puede encontrar la propia del centro educativo con su Proyecto Educativo, la Programación General Anual y el Reglamento de Régimen Interior, y dentro del departamento de Física y Química la Programación Didáctica.

Los contenidos curriculares que aparecen en el BOCYL para el curso de 3º de ESO son los siguientes:

- Bloque A: las destrezas científicas básicas.
  1. Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas en situaciones guiadas por el profesor.
  2. Trabajo experimental y proyectos de investigación sencillos y guiados: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.
  3. Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias, instrumentos y herramientas tecnológicas.
  4. Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.
  5. El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.
  6. Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.
  7. Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad.

- Bloque B: la materia.
  1. Principales compuestos químicos: su formación y sus propiedades físicas y químicas en función del tipo de enlace químico, valoración de sus aplicaciones. Masa atómica y masa molecular.
  2. Nomenclatura: participación de un lenguaje científico común y universal formulando y nombrando sustancias simples, iones monoatómicos y compuestos binarios mediante las reglas de nomenclatura de la IUPAC.
- Bloque C: la energía.
  1. Diseño y comprobación experimental de hipótesis relacionadas con el uso doméstico e industrial de la energía eléctrica. Estimación del coste de la luz de aparatos eléctricos de uso doméstico. Análisis de medidas para reducir el gasto energético.
  2. Naturaleza eléctrica de la materia: electrización de los cuerpos, conductores y aislantes y circuitos eléctricos. Aplicación de la Ley de Ohm a la resolución de circuitos eléctricos sencillos. Obtención de la energía eléctrica: aspectos industriales y máquinas eléctricas. Concienciación sobre la necesidad del ahorro energético y la conservación sostenible del medio ambiente.
- Bloque D: la interacción.
  1. Predicción del movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado a partir de los conceptos de la cinemática, formulando hipótesis comprobables sobre valores futuros de estas magnitudes, validándolas a través del cálculo numérico, la interpretación y elaboración de gráficas, el trabajo experimental o la utilización de simulaciones informáticas.
  2. Estudio del carácter vectorial de las fuerzas. Las fuerzas como agentes de cambio en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.
  3. Aplicación de las leyes de Newton: observación de situaciones cotidianas o de laboratorio que permiten entender cómo se comportan los sistemas materiales ante la acción de las fuerzas y predecir los efectos de estas en situaciones cotidianas y de seguridad vial.
  4. Fenómenos gravitatorios, diferenciación de los conceptos de masa y peso. Interpretación de la aceleración de la gravedad. Fenómenos eléctricos y magnéticos: experimentos sencillos que evidencian la relación con las fuerzas de la naturaleza.
- Bloque E: el cambio.
  1. Los sistemas materiales: análisis de los diferentes tipos de cambios tanto físicos como químicos que experimentan, relacionando las causas que los producen con las consecuencias que tienen.
  2. Interpretación macroscópica y microscópica de las reacciones químicas utilizando la teoría de las colisiones. Ajuste de reacciones químicas

sencillas. Explicación de las relaciones de la química con el medio ambiente, la tecnología y la sociedad.

3. Ley de conservación de la masa y de la ley de las proporciones definidas: aplicación de estas leyes como evidencias experimentales que permiten validar el modelo atómico-molecular de la materia.
4. Factores que afectan a la velocidad de las reacciones químicas: predicción cualitativa de la evolución de las reacciones, entendiendo su importancia en la resolución de problemas actuales por parte de la ciencia.

Debe señalarse que el bloque A de las destrezas científicas básicas se va a trabajar por igual en todos los experimentos de aula que se van a plantear por lo que no hay necesidad de crear una experiencia específica para él.

#### 4. LA INFLUENCIA QUE TIENEN LOS EXPERIMENTOS EN EL AULA

Los experimentos de aula, también llamadas experiencias de aula o de cátedra, son un valioso recurso didáctico del que dispone la asignatura de Física y Química. Se puede definir un recurso didáctico como cualquier material que facilita a un profesor su función docente a la hora de transmitir la información a los alumnos y servir de guía en su aprendizaje.

Dentro de los muchos recursos didácticos que existen, este TFM se centra en las experiencias de aula. Su objetivo es ilustrar de forma contextualizada el amplio currículo (y en ocasiones abstracto) de la etapa de Secundaria (Vázquez Dorrió, 1994).

Tras haber transcurrido el periodo de prácticas curriculares en el IESO Tomás Bretón se hacen evidentes unas conclusiones:

- Los alumnos agradecen cualquier novedad que se salga de la clase tradicional del libro de texto.
- Organizar una práctica en el laboratorio del centro es muy complicado por temporalización del currículo y las grandes ratios de los centros en la actualidad:
  1. El curso de 3º de ESO solo tiene 2 horas de Física y Química a la semana. Si a esto se une los días festivos que coinciden con alguno de los días de la asignatura, se pierde el 50% de las horas semanales y se crea un espacio de 1 semana entre una sesión y otra, lo que crea una dificultad en el seguimiento de los contenidos.
  2. Los recursos de los que dispone el laboratorio del centro son limitados y no siempre suficientes para cubrir a tantos alumnos, lo que lleva a agrandar los grupos de trabajo, con su correspondiente pérdida de eficacia, o a tener que realizar prácticas de laboratorio con experimentos que agrupen varias unidades didácticas, con su correspondiente desconexión con el contenido curricular.
  3. Si hay una falta de hábito de laboratorio y de experiencias científicas, o si por motivos fuera de control los alumnos no han vivido una experiencia de este tipo, se provoca una situación en la que los alumnos se sobreexcitan cuando llegan al laboratorio del centro. Esto unido a las grandes ratios dificulta que la experiencia sea provechosa para la clase.
- Los experimentos de aula realizados durante el transcurso del Prácticum han sido muy bienvenidos por los alumnos de la clase y han surtido una serie de efectos beneficiosos en el aula:
  1. Mejora de la atención por suponer un cambio de registro frente a la explicación teórica o la realización de ejercicios.
  2. Aumento de la comprensión de los conceptos teóricos.
  3. Interés por los resultados de la experiencia y su extrapolación a otros ámbitos.

Todas estas conclusiones se han obtenido a partir de la experiencia personal obtenida durante seis semanas de prácticas en el IESO Tomás Bretón, centro que por su propia naturaleza no escolariza a alumnos de la etapa de Bachillerato, por lo que estas conclusiones pueden no ser extrapolables al completo a otros centros educativos.

Una búsqueda en bibliografía especializada puede arrojar algunas de las ventajas existentes sobre el uso de experiencias de aula:

- Utilizar diferentes estímulos durante las clases genera una serie de emociones que despiertan la curiosidad y mejoran y enfocan la atención. Cuando los alumnos están bien estimulados se favorece su aprendizaje porque sus cerebros desarrollan mejor la sinapsis neuronal (García, 2019).
- Presentar estas experiencias de un modo novedoso, curioso o desafiante y lograr conectarlas con el perfil de intereses, conocimientos y vida cotidiana de los alumnos va a permitir que surja un desarrollo motivacional intrínseco de cara a la asignatura y favorece un aprendizaje significativo (Oliva Martínez, 2004) (Pozo Muncio, 2020).
- Ser capaces como profesores de apoyar la teoría con una experiencia de aula adecuada y contextualizarla correctamente va a favorecer que los alumnos reflexionen sobre el fenómeno científico, dialoguen entre ellos y tengan un pensamiento crítico que va a lograr reconstruir sus posibles ideas previas y lograr un aprendizaje significativo. Permitir diálogos en el aula entre las distintas interpretaciones existentes va a hacer que los alumnos sean conscientes de sus propias intuiciones y las comparen con las de sus compañeros, fomentando la contrastación y la argumentación (Pozo Muncio, 2020).
- Estas experiencias de aula logran aumentar el contenido práctico de la asignatura con independencia de las posibles prácticas de laboratorio que se puedan diseñar a mayores.

El impacto positivo de estos experimentos de aula depende directamente del buen desempeño del profesor. Lograr crear un ambiente agradable, atractivo y estimulante va a permitir que se potencie el gusto por el conocimiento por parte de los alumnos (García, 2019). Poder disponer además de recursos materiales adecuados también favorece la creación de este ambiente ocioso de cara a la ciencia (Gutiérrez, 2002).

Los alumnos no son una tábula rasa en la que el profesor deba tallar el conocimiento. Tienen ya una serie de ideas intuitivas obtenidas a partir de la experiencia. No todas serán verdaderas, y en ese caso hay que dejar que las expresen, ayudarles a que vean las posibles equivocaciones y permitir que sean ellos mismos quienes logren reconstruir ese conocimiento mediante el dialogo y la reflexión. El error en la ciencia es muy valioso y en el caso de la educación en ciencias ayuda a identificar diferentes dificultades de comprensión (Pozo Muncio, 2020).

Por último, hay que decir un aspecto más aunque parezca muy evidente: el profesor debe dominar la materia. De nada sirve cumplir todo lo anterior si el profesor no tiene esto último controlado. De esta forma se va a conseguir contextualizar correctamente los experimentos con los contenidos, va a conseguir guiar el razonamiento de los alumnos y estar preparado para todas las posibles dudas o conclusiones erróneas que puedan surgir.



## 5. DESARROLLO DE UN EXPERIMENTO EN UNA SESIÓN

Mediante la realización de experimentos de aula en la asignatura de Física y Química se va a conseguir alejarse de las enseñanzas más tradicionales de trabajar solo con teoría y problemas. Los alumnos van a poder observar una serie de fenómenos científicos, evocar sus conocimientos previos, intentar dar una explicación tras reflexionar sobre lo que están viendo, dialogar con sus compañeros y expresar con sus propias palabras sus conclusiones.

La teoría y los problemas son también importantes y aunque este TFM no se va a centrar en las aportaciones que tienen, sí que hay que destacar que durante el desarrollo de las diferentes unidades didácticas hay que trabajar ambos aspectos. Las sesiones en las que toque realizar uno de estos experimentos se va a proceder de la siguiente forma:

- Introducción de la sesión
- Realización del experimento
- Explicación del fenómeno de interés
- Periodo de reflexión para los alumnos
- Conclusión
- Resolución de dudas
- Proposición de actividades complementarias

Con esta metodología se pretende alcanzar la deseada motivación del alumnado, fomentar los diálogos entre los alumnos, mejorar el interés por la asignatura y el clima de la clase, atender a la diversidad individual y profundizar el contenido con la promesa de diferentes recompensas.

La sesión de experimentos comenzará con una pequeña introducción por parte del profesor sobre lo que se va a ver durante el día. Aquí cabe la posibilidad de introducir un contexto interesante, preguntas que les llame la atención y evoquen sus ideas previas... Después de la introducción viene la realización del experimento. Durante las primeras sesiones del curso es probable que el profesor deba realizarlas él solo pero a medida que lo crea conveniente se puede pedir la participación del alumnado e incluso condicionar esa participación en los experimentos al buen comportamiento como método de recompensa por mostrar interés en la asignatura.

Los alumnos evocarán sus conocimientos previos sobre el fenómeno a medida que transcurre el experimento y tendrán que afianzarlos o renovarlos con la ayuda de las preguntas que el profesor haga a modo de hilo conductor. Estas preguntas deben estar previstas y bien efectuadas para lograr los objetivos que busca el experimento.

El transcurso completo del experimento debe estar perfectamente interiorizado por el profesor. Debe haber una buena introducción de los conceptos básicos y se debe marcar muy bien el ritmo para adecuarse a las necesidades particulares de cada alumno y las

preguntas antes mencionadas deben introducirse en los momentos adecuados para dejar tiempo a que el alumnado reflexione sobre lo que está observando.

La participación de los alumnos es importante ya sea en la realización del experimento o respondiendo a las diferentes preguntas. Se debe favorecer la reflexión y el diálogo entre los compañeros para que intercambien puntos de vista y conclusiones sobre el fenómeno científico.

Para la finalización de la experiencia es importante dejar reposar lo aprendido e intentar que los alumnos relacionen lo observado con ejemplos que se les ocurran para así relacionar los contenidos con su vida cotidiana y favorecer el aprendizaje significativo. Se puede evaluar la adquisición de conocimiento por medio de una serie de preguntas relacionadas con el experimento. Según las características únicas de la clase se valorará realizar estas preguntas al final de la sesión, de forma online a través de la plataforma educativa del centro o en la siguiente sesión. Realizarlo tanto online como en la siguiente sesión va a favorecer la evocación de los conocimientos y realizarlo nada más acabar el experimento puede ser beneficioso para resolver en el momento posibles dudas que hayan quedado sin contestar. En cualquier caso, además de las preguntas de evaluación sobre el contenido también se deben incluir algunas preguntas de evaluación de la actividad docente con el objetivo de mejorar determinadas formas de realizar los futuros experimentos.

Como añadido, se debe proponer la resolución de una tarea voluntaria que pretende profundizar en el contenido del experimento visto en clase. Al ser una tarea de carácter voluntario, se debe dejar claro que quien la realice conseguirá una valoración positiva adicional en la evaluación además de insignias físicas a modo de recompensa. Estas actividades adicionales fomentarán la motivación de los estudiantes y proporcionan una información muy valiosa al profesor sobre qué alumnos tienen más interés en la asignatura aparte de poder aportar posibles dificultades no detectadas sobre las que practicar en el futuro.

La recompensa de la insignia es un elemento de gamificación muy potente y efectivo. Durante el transcurso de la asignatura de Didáctica en la Especialidad de Física y Química hubo una sesión en la que se presentaba una situación de aprendizaje en la que por cada actividad resuelta se entregaría una insignia (se pueden observar las insignias conseguidas en la Figura 1). Tal insignia guardaba relación con la temática de la situación de aprendizaje, que en este caso es sobre la serie de animación “Rick y Morty”.



Figura 1. Insignias recibidas durante la asignatura del Máster de “Didáctica de la especialidad en Física y Química”. Fuente: elaboración propia.

Es algo muy simple: una imagen impresa y plastificada con un imán en la parte posterior para poder colgarla en una superficie metálica. Pero a pesar de su simpleza, durante la realización de aquella situación de aprendizaje el hecho de saber que había un premio por cada actividad resuelta motivaba a mi compañero y a mí a realizar el mayor número de actividades posible. Hay propuestas de entregar insignias digitales al alumnado pero el hecho de ser física permite construirla en formato pegatina, imán, colgante... para que el alumnado la tenga presente con ellos durante el curso, puedan manipularla y les motive conseguir más y por tanto, interesarse por los conceptos científicos de cada experimento.

La atención a la diversidad debe tenerse en cuenta a la hora de realizar estos experimentos. Los alumnos son personas y como tales va a existir una gran diversidad de formas de razonar, conocimientos previos y circunstancias personales. Es por eso que el profesor debe intentar que todos sus alumnos logren los objetivos de aprendizaje de la mejor manera posible:

- Crear un clima de confianza y respeto en la clase en el que se favorezca el dialogo entre compañeros y entre alumnos y profesor.
- Conocer a tus alumnos.
- Intentar conectar con los intereses personales de los alumnos durante las explicaciones, problemas y los experimentos.
- Adaptar las pruebas de evaluación de los experimentos a las características concretas de la clase.
- Estar en constante contacto con el Departamento de Orientación.
- Ser conocedor del PAD (Plan de Atención a la Diversidad) del centro educativo.
- Poner a disposición de la clase el desarrollo, explicación y las actividades de los experimentos realizados en la plataforma online del centro y añadir recursos adicionales, si corresponde, para aquellos alumnos que se interesen por el tema.

## 6. EXPERIMENTOS DE AULA

Antes de comenzar a enumerar las experiencias de aula propuestas, hay que dar el esquema general que van a seguir tales experimentos.

Todos los experimentos propuestos comparten los siguientes apartados:

- Contexto curricular  
En este apartado se va a indicar cómo se relaciona el experimento con la legislación educativa de la LOMLOE adaptada para la comunidad de Castilla y León (León, 2022). Los experimentos de aula propuestos deben servir para practicar los conceptos explicados en las lecciones magistrales o pueden aprovecharse para introducir conceptos nuevos.
- Reactivos y materiales  
Aquí se exponen los reactivos y materiales necesarios para la correcta realización del experimento. El objetivo es mostrar la posibilidad de hacer ciencia con materiales sencillos (y si es posible reciclados) al alcance de cualquier estudiante para que así puedan reproducir los experimentos en sus casas con ayuda de los guiones que se subirán a la plataforma educativa online del centro. Puede que en ocasiones este objetivo no sea posible y se priorice el interés de mostrar un experimento sobre su reproducibilidad.
- Temporalización  
Los experimentos no están planteados para que duren toda la sesión aunque dependiendo de las características individuales de cada aula esto puede variar. Una de las enseñanzas más valiosas del Prácticum es que el profesor debe tener siempre un as bajo la manga. Una sesión dura 50 minutos y en ella da tiempo a hacer muchas cosas pero ya sea porque es necesario dar teoría, practicar problemas o por resolver dudas relacionadas con la unidad didáctica o con el propio experimento, el tiempo que se debe reservar para la experiencia es variable. Algo que si hay que resaltar es que en las sesiones de Física y Química en las que toque realizar uno de estos experimentos, el objetivo principal es realizarlo al completo y resolver todas las dudas que puedan surgir.
- Desarrollo experimental  
Explicación paso por paso de las fases del experimento.
- Notas del profesor  
En este apartado se detalla tanto el hilo conductor teórico como expositivo que debe seguir el profesor mientras realiza el experimento. Es posible que partes de estas notas se puedan incluir en el guion de la práctica, como el fundamento teórico.
- Actividad voluntaria adicional  
Esta actividad extra se plantea para aquellos alumnos que les interese la asignatura y/o quieran adquirir una mejor evaluación. Son actividades de profundización sobre el contenido del experimento y se entregará una insignia a

quienes las realicen como recompensa. Las insignias suponen un elemento de la gamificación muy potente que mejora mucho la motivación. El alumnado que recibe insignias por estas actividades se motiva por aprender cosas nuevas y por resolver más tareas y de mejor forma para poder obtener más insignias (Palazón-Herrera, 2015).

No todos los experimentos propuestos tienen asociada una actividad voluntaria adicional.

## 6.1 Química y cocina

### 6.1.1 Contexto curricular

Con esta experiencia de aula se pretende demostrar la ley de conservación de la masa con un montaje sencillo y aprovechando que se va a usar una reacción de neutralización entre un ácido y una base, también se va a trabajar con dos indicadores químicos de pH que varían sus colores de forma muy visual y atractiva para el alumnado.

Este experimento trabaja principalmente el Bloque E del Cambio, destacando la Ley de Conservación de la Masa. También se pueden señalar el ajuste de reacciones químicas sencillas, la Ley de Proporciones Definidas y algunas nociones básicas de nomenclatura y de propiedades químicas de los compuestos que se van a usar.

Para la segunda parte de esta experiencia se usará la col lombarda como indicador químico de pH. Se trabajarán contenidos del Bloque B de La Materia: compuestos químicos y propiedades químicas de la materia.

La idea de realizar este experimento surge tanto de la experiencia personal durante el Prácticum del máster como de diferentes textos publicados (Pascual, 2021) (Andalucía, 2011) (Navarra M. d., 2020) (M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), 2013).

### 6.1.2 Reactivos y materiales

- Reactivos: vinagre comercial y bicarbonato sódico comercial para la primera parte. Col lombarda para la segunda parte.
- Materiales: papel de pH, balanza, espátula, globo, embudo y 2 botellas de plástico para la primera parte. Se pedirá al alumnado que traiga los objetos usados para medir el pH de la actividad adicional. En caso de que el alumnado no realice tal actividad o por si alguien se olvida de traerlos, se debe preparar distintas muestras de compuestos caseros de diferente pH para reaccionar con la col: zumo de limón, agua, lejía, leche...

### 6.1.3 Temporalización

Durante el Prácticum se planteó esta práctica del globo a los alumnos de 2º de ESO para que fuesen ellos en el laboratorio del centro y en pequeños grupos quienes la realizaran. Sin embargo ahora se plantea este experimento para un curso más avanzado, 3º de ESO, para hacerlo en el aula y con el objetivo de trabajar más contenidos que entonces.

La realización de este experimento es muy corta, en escasos 5 minutos se puede hacer la reacción. Sin embargo, como el objetivo es trabajar todos los contenidos mencionados quizás es recomendable reservar al menos 20 minutos de la sesión para que dé tiempo a profundizar en ellos

Para la segunda parte de esta experiencia hay que utilizar al menos la mitad de la siguiente sesión de clase para que dé tiempo a corregir la actividad adicional que entregue el alumnado y explicar cómo funciona un indicador químico.

#### 6.1.4. Desarrollo experimental

Primera parte: vinagre y bicarbonato sódico:

- Comprobar con el papel de pH las propiedades ácido-base del vinagre y del bicarbonato sódico.
- Medir la masa de la botella, 50 g de vinagre y 4 g de bicarbonato sódico.
- Añadir los 50 g de vinagre a la botella y con ayuda del embudo los 4 g de bicarbonato sódico a continuación. Observar la reacción.
- Cuando finalice la reacción, volver a medir la masa de la botella que ahora tiene todos los reactivos dentro. Apuntar la masa resultante.
- Pesamos la nueva botella y el globo. Repetir el experimento pero ahora añadiendo los 4 g de bicarbonato sódico al interior del globo. Colocar la boca del globo sobre la boquilla de la botella. Volcar los 4 g de bicarbonato sódico al interior de la botella mientras sujetamos para que no se salga el globo cuando se hinche.
- Cuando finalice la reacción, volver a medir la masa de la botella con los reactivos dentro y con el globo agarrado. Apuntar la masa resultante y comparar con la anterior.

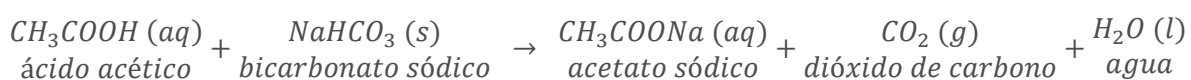
Segunda parte: la col lombarda:

- El líquido obtenido tras hervir la col lombarda lo debe traer ya preparado de casa el profesor para agilizar el procedimiento puesto que el objetivo no es ver como hierve sino explicar el fundamento de un indicador.
- Añadir los diferentes compuestos a vasos donde haya un poco de agua mezclada con el indicador de col lombarda y observar los cambios de colores.
- Comprobar el pH también con el papel de pH.

#### 6.1.5 Notas del profesor

##### Fundamento teórico

El ácido acético presente en el vinagre reacciona con el bicarbonato sódico que es una base. La reacción entre un ácido y una base se denomina reacción de neutralización y da lugar a una sal, el acetato de sodio.



La clave de este experimento es tener en cuenta que como producto de reacción también se forma dióxido de carbono gaseoso con una masa determinada que hay que saber medir. Si no cerramos el sistema de nuestra reacción, el gas se desprenderá y perderemos esa masa en el cómputo final. En cambio, si usamos el globo para cerrar el escape del dióxido de carbono vamos a poder comprobar que la masa se conserva.

Los indicadores químicos de pH son sustancias que dependiendo de los cambios estructurales que sufren por las variaciones de pH del medio dan variaciones de color.

En el caso de la col lombarda, presenta antocianinas (Figura 2) que le dan su característico color morado. Cuando hervimos la col logramos extraer estos compuestos a la disolución y dependiendo de la cantidad de protones que añadamos a estas disoluciones vamos a lograr cambiar su color desde un tono amarillo para pH básicos hasta un tono rojo en pH ácidos, según se indica en la Figura 3.

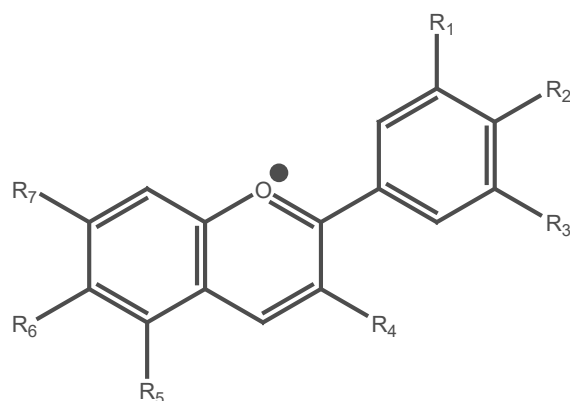


Figura 2. Estructura general de una antocianina. Fuente: elaboración propia.

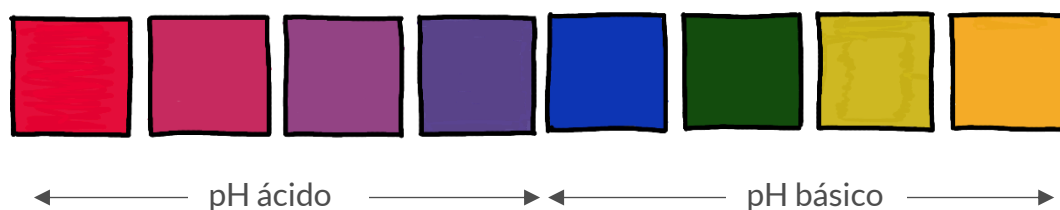


Figura 3. Coloración de la disolución de lombarda. Fuente: elaboración propia.

### Discurso del profesor

Antes de comenzar la reacción química es conveniente repasar los conocimientos sobre qué son los cambios físicos y los cambios químicos. Como el experimento busca comprobar la ley de conservación de la masa también es conveniente refrescarla o en caso de no haberla dado todavía, preguntar si algún alumno se atreve a adivinar su significado.

También a modo de introducción se tiene que pedir una explicación sobre lo que es un ácido y si saben dar ejemplos, y definir de forma sencilla los ácidos y las bases. Se va a mostrar el funcionamiento del papel de pH usándolo con el vinagre y con un poco de bicarbonato disuelto en agua.

Se debe nombrar los compuestos químicos que se van a usar en la reacción y explicar cómo es la presencia del ácido acético en el vinagre comercial.



Se debe pedir a los alumnos que se levanten de sus asientos para formar un círculo alrededor de donde se realiza el experimento. Se procede a hacer la reacción química sin el globo formulando preguntas a los alumnos y guiando su atención a lo interesante.

Tras la finalización de la reacción se debe escribir la reacción química en la pizarra y los alumnos deben intentar adivinar qué gas se ha desprendido. Si no logran adivinarlo, el profesor debe aportar ese dato. Los alumnos de 3º de ESO ya deben saber ajustar una reacción química y trabajar con las proporciones de los moles así que se les pedirá que lo comprueben con dicha reacción.

Como se ha realizado la reacción sin el globo, ahora debemos realizarla con él. Al finalizar la reacción se comprobará que ha habido una diferencia en los resultados y se les preguntará a los alumnos la razón de esta diferencia. ¿La diferencia de masa percibida se puede predecir por la estequiometría?

Como “premio” a quien sepa contestar bien a las preguntas se le puede dar el globo atado para que jueguen con él, en el Prácticum dio muy buen resultado porque oxigenaba la mente del alumnado y relajaba el ambiente.

Como nota cabe decir que las cantidades de vinagre y bicarbonato sódico están ajustadas estequiométricamente teniendo en cuenta un vinagre comercial del 6%.

La siguiente sesión de Física y Química empezará con la corrección de la actividad adicional. Tras esto, se explicará el funcionamiento de los indicadores químicos de pH. Se puede poner como ejemplo que papel de pH utilizado ya en la sesión anterior y usado por los alumnos que han hecho en casa la actividad adicional. Se presentará la col lombarda con el compuesto orgánico que le da esta propiedad y se comenzará a añadir los compuestos de diferente pH. Mientras se añaden estos compuestos se puede hacer un paralelismo entre los pH obtenidos por los alumnos con el papel de filtro con los nuevos colores que indica la antocianina de la lombarda.

### *6.1.6 Actividad voluntaria adicional*

Esta tarea adicional se manda al alumnado para que la realice en casa.

Aprovechando que se ha explicado el funcionamiento del papel de pH al principio del experimento, se va a pedir al alumnado que investigue sobre los diferentes objetos que hay en una casa.

A todo aquel que muestre interés por realizar la actividad se le entregará un pedazo de papel de pH y se le dará una lista de objetos de interés a modo de ejemplo para inspirarles a investigar por su cuenta. Los objetivos de la actividad son los siguientes:

### INVESTIGA EN CASA

Elige en casa diversos objetos tales como leche, zumo de naranja, aceite, pasta de dientes, zumo de limón, lejía... y comprueba qué pH tienen. Tras utilizar el papel de pH en los objetos elegidos, indica el valor de pH que has obtenido en una hoja de papel.

Utiliza el papel de pH con algún producto de higiene como el jabón de manos que especifique tener pH neutro. ¿Es cierto? Explica lo observado y razona el significado.

El alumnado que realice la actividad será el que más se interese por la asignatura y aunque la tarea toca contenidos algo más avanzados (como tratar el concepto de pH) que los que le corresponde a 3º de ESO, puede ser una buena oportunidad para mejorar la imagen que el alumnado tiene de la química y relacionarla así con su entorno más personal.

En la siguiente sesión se corregirá esta actividad y se entregará una insignia al alumnado que la haya hecho (Figura4).



Figura 4. Insignia correspondiente a la actividad voluntaria del experimento 6.1. Fuente: elaboración propia

## 6.2 ¿Cuánto poder tiene el vacío?

### 6.2.1 Contexto curricular

Con este experimento tan vistoso se pretende trabajar las características vectoriales de las fuerzas y los cuerpos sobre los que actúan varias fuerzas y pueden estar o no en equilibrio. También va a ser necesario introducir el concepto de presión y la presión atmosférica aunque sea de forma muy conceptual.

Este experimento se enmarca en el Bloque D de la Interacción con las fuerzas y su naturaleza vectorial.

La idea de realizar este experimento surge tanto de la experiencia personal durante el Prácticum del máster como de diferentes textos publicados (Andalucía, 2011).

### 6.2.2 Reactivos y materiales

- Materiales: mesa del profesor, 2 desatascadores de baño.

### 6.2.3 Temporalización

Lo que más tiempo consume de esta experiencia de aula es la explicación inicial. Introducir bien el concepto de presión aunque sea cualitativamente lleva su tiempo y plantear bien la situación práctica que se va a hacer. La realización del experimento en sí no debe durar más de 5 minutos por lo que se debe reservar para la experiencia completa al menos 20 minutos.

### 6.2.4 Desarrollo experimental

- Pedir la ayuda del alumnado.
- Dibujar el diagrama de fuerzas implicadas en un desatascador en reposo sobre la mesa.
- Comprobar lo fácil que es levantar el desatascador.
- Colocar ahora ambos desatascadores a ambos extremos de la mesa, producir el vacío en ellos y ahora intentar levantar la mesa.

### 6.2.5 Notas del profesor

#### Fundamento teórico

La presión actúa en todas direcciones con la misma intensidad. Cuando aplicamos una fuerza sobre toda una superficie surge la magnitud Presión:

$$P = \frac{F}{S}$$

Cuando un desatascador está en reposo sobre la mesa tenemos aire dentro que está en equilibrio de presiones con el ambiente exterior.

$$P_{interna} = P_{externa}$$

En cambio, cuando se aprieta el desatascador sobre la mesa y extraemos el aire que se encontraba dentro el equilibrio de presiones se rompe y tenemos la siguiente situación:

$$P_{interna} < P_{externa}$$

Lo que se está considerando como presión interna es una situación muy cercana al vacío y lo que se considera presión externa en realidad es la presión atmosférica que nos rodea a todos. Lo normal es no notar el efecto que tiene esta presión atmosférica sobre nuestros cuerpos o sobre los objetos porque por lo normal estamos siempre en un equilibrio de presiones. Cuando se intenta levantar el desatascador ya accionado tenemos que vencer el peso del desatascador y el peso de la columna de aire que provoca la presión atmosférica. Esta nueva situación y el hecho de usar 2 desatascadores va a permitir que se pueda levantar la mesa del profesor.

### Discurso del profesor

Se debe realizar esta experiencia una vez dado el concepto de fuerza y su naturaleza vectorial. También se debe haber explicado con anterioridad las fuerzas especiales que se incluyen en el currículo de 3º como el peso, normal, tensión, rozamiento...

Se debe hacer un ejercicio de evocación de estos conceptos para asegurar que el experimento transcurra con éxito: ¿qué 3 aspectos se deben definir para describir correctamente una fuerza? ¿Cuándo tenemos un equilibrio de fuerzas? ¿Definición de la fuerza peso?

A continuación se debe introducir el concepto de presión y después el de presión atmosférica. Si se entiende lo que es una fuerza, la presión es una evolución conceptual muy fácil. Aun así, como cabe la posibilidad de que surjan dificultades de comprensión se debe tener en cuenta tener que trabajar de forma conceptual usando solo la parte de Fuerza de la definición de presión.

Una vez la clase esté preparada para iniciar el experimento, se pedirá al alumnado formar un círculo alrededor de la mesa del profesor y deben presentarse voluntarios para hacer diferentes actividades durante su transcurso. Se pedirá al alumnado que se dibujen los diagramas de fuerzas de la primera fase del experimento, se deberá levantar los desatascadores en reposo y finalmente se levantará la mesa del profesor con los desatascadores al vacío.

Si la mesa se levanta se deberá pedir al alumnado que intente explicar por qué.

### **6.2.6 Actividad voluntaria adicional**

Esta actividad se pedirá para resolver en casa.

Aprovechando que se ha explicado ligeramente el concepto de presión se va a pedir al alumnado que realice un sencillo experimento en casa para que explique su funcionamiento.

Quien quiera realizar esta actividad se le entregará un cuentagotas y se le preguntará si dispone en casa de alguna botella de plástico de medio litro, en caso de no tener también se le facilitará. La actividad propuesta es la siguiente:

### SUBMARINISMO

Llena la botella de agua hasta el borde. A continuación introduce el cuentagotas con la parte de goma hacia arriba y cierra la botella. Ahora, con la botella cerrada, deberás apretar las paredes con intensidades variables.

¿Le ocurre algo al cuentagotas? Fíjate bien en el interior del cuentagotas cuando aprietes.

Teniendo en cuenta el concepto de presión, intenta dibujar un diagrama de las fuerzas que intervienen en el cuentagotas dependiendo de dónde esté situado. ¿Se te ocurre alguna aplicación real de este fenómeno?

Esta actividad puede estar un poco por encima de las capacidades de los alumnos, dado que los conceptos tratados tienen la dificultad de no ser fácilmente visualizables, por lo que se tendrá en cuenta el esfuerzo por intentar responder a las cuestiones. Durante la siguiente sesión se corregirán estas preguntas y se entregará una insignia al alumnado que la haya hecho (Figura 5).



Figura 5. Insignia correspondiente a la actividad voluntaria del experimento 6.2. Fuente: elaboración propia

## 6.3 Hierro que se come

### 6.3.1 Contexto curricular

Este experimento pretende enseñar cómo mediante un fenómeno magnético sencillo se puede demostrar la veracidad de lo que ofrece un producto comercial de consumo general. Como contenido transversal se verá lo que es una dieta variada y equilibrada y se pondrá como ejemplo de esto a la Dieta Mediterránea.

La realización de este experimento se enmarca dentro del Bloque D de la Interacción para visualizar un fenómeno magnético.

De forma transversal se van a tratar contenidos de la asignatura de Biología y Geología del Bloque E de Hábitos Saludables con las dietas saludables.

La idea de realizar este experimento surge de la revisión de diferentes textos publicados (M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), 2013).

### 6.3.2 Reactivos y materiales

- Reactivos: cereales de desayuno enriquecidos con hierro y agua.
- Materiales: balanza, mortero, probeta de 500 ml, imán de neodimio, 2 bolsas de plástico con cierre hermético.

### 6.3.3 Temporalización

La realización de este experimento ocupa aproximadamente 20-25 minutos pero es un periodo de tiempo en el que se pueden explicar algunas partes teóricas mientras se realiza la experiencia por lo que sería recomendable reservar al menos 30-40 minutos de la sesión de clase.

### 6.3.4 Desarrollo experimental

- Medir 50 g de los cereales enriquecidos con hierro y se pasan a un mortero para machacarlos hasta tener un polvo fino.
- Medir 500 ml de agua en la probeta.
- Pasar el polvo de cereal y los 500 ml de agua a una bolsa de cierre hermético y ésta la metemos en la segunda bolsa para evitar manchar en caso de abrirse la primera.
- Masajear la bolsa durante 5-10 minutos de forma que se mezclen bien los cereales y el agua para formar una masa líquida uniforme.
- Cuando se logre la homogeneidad, hacer pasar el imán de neodimio por la superficie de la bolsa durante un rato hasta ver que se forma una mancha negra cerca. Esta mancha es el hierro con el que se han enriquecido los cereales.

### 6.3.5 Notas del profesor

#### Fundamento teórico

El magnetismo es una propiedad que tienen algunos materiales de atraerse o repelerse. El imán de neodimio posee un potente magnetismo y es capaz de atraer con fuerza materiales magnéticos como el hierro. El neodimio es capaz de imantar el hierro que a su vez atraerá el resto de partículas de hierro de la mezcla de cereales y agua. Debido a que los productos enriquecidos con hierro tienen este elemento en forma metálica, se va a poder juntar ese hierro gracias al imán y se va a poder ver a simple vista.

La base del buen funcionamiento del cuerpo humano es alimentarse de forma equilibrada, hacer ejercicio diario y descansar las horas adecuadas. Si nos centramos en la dieta, en España debemos destacar la Dieta Mediterránea. Se trata de una herencia cultural de la cuenca del Mar Mediterráneo en la que se potencia el consumo de grasas saludables provenientes del aceite de oliva, pescados y frutos secos; hidratos de carbono de cereales integrales y vegetales como base de las recetas; proteínas de las distintas carnes como guarnición de los platos; y la ingesta de diversos micronutrientes beneficiosos gracias a la ingesta de frutas y verduras de temporada, hierbas aromáticas y diferentes condimentos (Mediterránea, 2023).

Las personas necesitan ingerir hierro en la dieta para que el cuerpo humano pueda producir hemoglobina y mioglobina entre otras, unas proteínas presentes en la sangre que se encargan de transportar y almacenar el oxígeno (Navarra C. U., 2023). Se puede apreciar las estructuras de estas proteínas en las Figuras 6 y 7. Para los seres humanos el hierro es un oligoelemento, es decir, elementos presentes en nuestro cuerpo en cantidades muy pequeñas pero que tanto su falta como su exceso pueden producir enfermedades (Wikipedia, 2023).

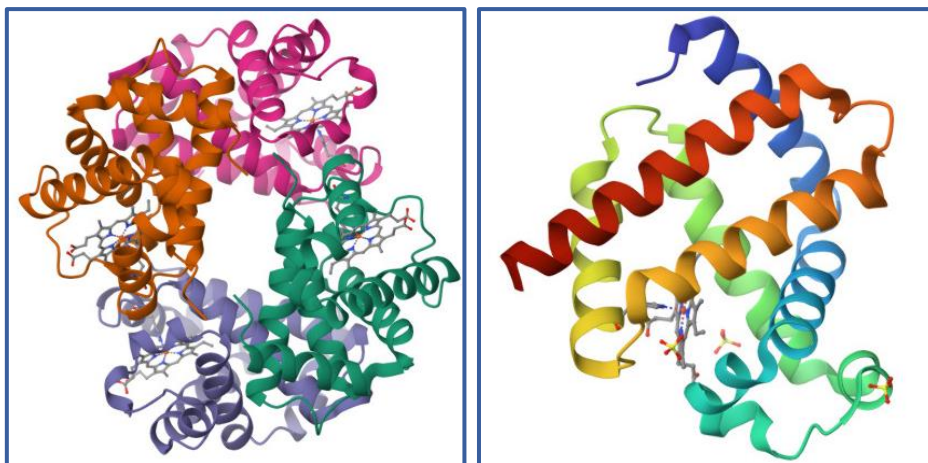


Figura 6 y 7. Hemoglobina (Kavanaugh, 1998) y mioglobina (Hubbard, 1990), respectivamente.

A continuación se muestra una tabla con diferentes alimentos ricos en hierro expresados en orden descendiente de miligramos por cada 100 gramos de producto comestible:

ALIMENTOS	CONTENIDO EN HIERRO	ALIMENTOS	CONTENIDO EN HIERRO
Sangre	52	Sardinas	3,2
Almejas, berberechos, chirlas	24	Ciruelas secas	3
Habas secas	8,5	Sesos	2,8
Hígado	8	Pan integral	2,5
Pistachos	7,3	Carne de vacuno	2,5
Lentejas	7,1	Puré de patata	2,4
Carne de caballo	7	Embutidos	2,3
Garbanzos, judías	6,7	Nueces	2,2
Ostras	6,5	Huevo de gallina	2,2
Morcilla	6,4	Salchichas	2,2
Foie-gras y patés	5,5	Chocolate	2,2
Mejillones	4,5	Galletas	2
Almendras y avellanas	4,2	Cacahuetes, dátiles	2
Espinacas	4	Jamón cocido	1,8
Lomo embuchado	3,7		

*Tabla 1. Concentración de hierro en miligramos por cada 100 gramos de producto de distintos alimentos.*

En los cereales de desayuno se suele encontrar una cantidad de hierro entre 1-2mg/100g de cereales, hierro en forma de sal. Cuando los fabricantes quieren sacar un producto enriquecido en hierro, lo añaden en forma metálica hasta subir el valor a unos 7-17mg/100g de cereal.



### Discurso del profesor

La clase debe comenzar hablando del magnetismo y de la dificultad de demostrar un fenómeno que parece invisible pero que provoca alteraciones en el espacio al hacer interacciones con determinados materiales. Es por esto que se va a plantear la siguiente experiencia en la que gracias a que se entiende el fenómeno del magnetismo y las interacciones que provoca, se puede demostrar la adición de hierro a los cereales, lo que brinda una muy buena oportunidad para hablar de las diferentes dietas existentes en nuestra sociedad. Esto puede ser un punto importante de participación del alumnado para demostrar sus conocimientos, exponer su situación personal y dialogar entre compañeros.

A continuación se introducirá el concepto de Dieta Mediterránea para ver qué conoce el alumnado sobre ella y poder poner entre todos ejemplos de recetas que se ajusten a esta dieta. Se debe hablar de su influencia en la Península Ibérica y los beneficios para la salud que aporta a aquellos que la siguen (salud robusta, esperanza de vida...). También es recomendable poner ejemplos de cómo la globalización y la influencia de EEUU y la cultura anglosajona ha pervertido las enseñanzas de la Dieta Mediterránea por unas dietas demasiado basadas en grasas saturadas y dulces en exceso. La bajada del consumo de Dieta Mediterránea también se puede ver afectada por las economías de las familias españolas, por lo que puede ser bueno señalarlo.

Después de introducir la Dieta Mediterránea debemos pasar a definir el hierro como un oligoelemento y señalar diferentes alimentos que contengan hierro de forma natural para acabar hablando de los cereales de desayuno enriquecidos.

Aquí ya hay que comenzar el desarrollo experimental, en el que los alumnos pueden ayudar en alguno de los pasos. Tras realizar el experimento hay que enseñar al alumnado el resultado de la experiencia y resolver las dudas que puedan surgir.

#### ***6.3.6 Actividad voluntaria adicional***

Esta tarea adicional se manda al alumnado para que la realice en casa.

En esta experiencia se ha dado la importancia de una buena dieta equilibrada, se ha explicado la Dieta Mediterránea como ejemplo cultura de una de estas dietas y se ha dado un ejemplo de un oligoelemento que se puede ingerir dentro de esta dieta. La actividad que se propone es la siguiente:

## A COCINAR

Teniendo en cuenta lo que has aprendido sobre la Dieta Mediterránea y los oligoelementos:

- Busca información sobre otros oligoelementos, elige uno o varios y describe sus beneficios y las enfermedades que puede producir su falta o su exceso.
- Elabora una receta sencilla que se ajuste a la Dieta Mediterránea que integre el o los oligoelementos escogidos, cocínala y tráela a clase para explicarla.

En la siguiente sesión de clase el alumnado que haya hecho esta actividad expondrá al inicio lo que traiga y se le entregará la insignia de esta actividad (Figura 8).



Figura 8. Insignia correspondiente a la actividad voluntaria del experimento 6.3. Fuente: elaboración propia.

## 6.4 ¿Cuántos tipos de chocolates hay?

### 6.4.1 Contexto curricular

En esta experiencia el alumnado va a descubrir la existencia de diferentes estructuras que puede presentar un mismo sólido y cómo éstas afectan a las propiedades que presenta. Se verá también cómo en la industria se usa cada tipo de estructura.

Se puede enmarcar dentro del Bloque E del Cambio, en concreto en la parte de sistemas materiales y el análisis de los cambios físicos y químicos que sufren, relacionando las causas que los provocan y los efectos que producen.

La idea de realizar este experimento surge de la experiencia personal y se han consultado diferentes textos publicados para apoyarla (Yi, 2017).

### 6.4.2 Reactivos y materiales

- Reactivos: perlas de chocolate y tableta de chocolate temperado comercial.
- Materiales: recipiente resistente al calor (sartén, bol...), placa calefactora, termómetro digital, alfombrilla de silicona antiadherente, espátula de silicona de cocina.

### 6.4.3 Temporalización

La realización de este experimento junto con la explicación del profesor deberá ocupar toda la sesión de clase.

### 6.4.4 Desarrollo experimental

- Derretir un puñado de perlas de chocolate al baño maría y en cuanto se derritan ponerlas en la alfombrilla de silicona a enfriar y solidificar. Si es posible enfriarlas rápidamente ya sea en el exterior o sobre el alfeizar de la ventana.
- Por otra parte, coger otra porción de las perlas de chocolate y derretirlas también al baño maría.
- Esta vez, controlar el calentamiento del chocolate derretido con el termómetro, cuando llegue a 49°C retirar del baño maría.
- Añadir al chocolate derretido de poco en poco algunas porciones pequeñas y troceadas de la tableta de chocolate temperado y remover para integrarlas hasta que la temperatura global alcance entre 32°C y 34°C. Dejar de añadir chocolate y dejar reposar la mezcla sobre la alfombrilla de silicona para enfriar lentamente.
- Comparar los chocolates solidificados.

### 6.4.5 Notas del profesor

#### Fundamento teórico

La técnica de controlar el derretido y solidificado del chocolate se denomina temperado. Consiste en forzar una estructura cristalina estable mediante el control de la temperatura y poder lograr un producto final con las características comerciales

deseadas. Denominamos estructura cristalina a la estructura interna ordenada y regular de un sólido. En el caso del chocolate, es la manteca de cacao la que adquiere una estructura cristalina.

Se conocen 6 tipos diferentes de estructuras cristalinas de la manteca de cacao, cada una con unas características y usos industriales específicos. La que nos interesa lograr en este experimento es la estructura V. Se pueden observar las distintas estructuras cristalinas y sus puntos de fusión en la Figura 9.

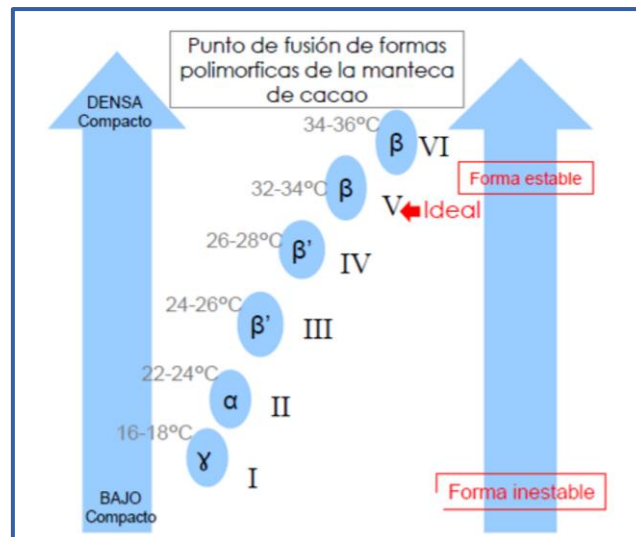


Figura 9. Punto de fusión de las distintas 6 formas cristalinas de la manteca de cacao (Yi, 2017).

Las características específicas de cada forma cristalina y sus usos se destacan a continuación:

- Las formas I y II son suaves y se desmenuzan fácilmente, por lo que se usan en coberturas de helados.
- Las formas III y IV son algo más firmes pero carecen del crujido al morderlas.
- Todas estas 4 formas (I, II, III y IV) tienen un tono mate en su superficie cuando se solidifican.
- Las formas V y VI son las más estables.
- La forma VI es la más dura, incluso demasiado para el público general y además cuesta derretirla en boca.
- La forma V que es la que se busca en este experimento, tiene una textura suave, tiene un crujido característico al morderla, se derrite bien en boca y posee una superficie brillante cuando se solidifica. Es la forma utilizada en coberturas de chocolate de repostería y en las tabletas de chocolate de mayor calidad.

Las perlas de chocolate poseen mezcladas todas las estructuras cristalinas mezcladas de forma irregular. Cuando el chocolate se calienta de forma controlada hasta la temperatura de 49°C se logran derretir todas las estructuras cristalinas menos estables y solo quedan sin derretir las de tipo V mayoritariamente. Cuando se añade porciones de

chocolate temperado para enfriar hasta los 32-34°C se está añadiendo chocolate sólido con la estructura V ya formada que servirá como molde para ayudar a que el chocolate derretido se solidifique con esta forma deseada. Dejar enfriar este chocolate de forma lenta favorecerá lograr la mayor parte de los cristales V al final de la experiencia.

El chocolate derretido y solidificado sin control presentara una estructura policristalina con mezcla de las formas menos compactas y estables, de la I a la IV, por lo que aunque esté frío se rompe casi doblándose y no tiene brillo, es una superficie mate.

En cambio el chocolate temperado dará un chasquido al romperlo con la mano y tendrá una superficie brillante más atractiva.

### *Discurso del profesor*

Es posible que la práctica se reciba en la clase con alegría por tratarse de trabajar con chocolate. No hay que dejarse llevar por la euforia y hay que recordar que el objetivo es entender las estructuras cristalinas y en concreto la técnica de temperado.

Lo primero sería hablar de diferentes ejemplos de sólidos y debatir porque sí o porque no entran en la definición de estructura cristalina. Los alumnos deberán intentar dar la definición y si no lo consiguen el profesor debe aportarla. Con la definición ya en mente ahora ya sí que pueden saber si un sólido presenta o no una estructura cristalina.

A continuación se debe introducir la parte del chocolate. Puede ser interesante explicar todo el proceso de fabricación de diferentes productos con base de cacao y explicar diferentes productos comerciales de chocolate para averiguar si los alumnos saben algunas diferencias entre ellos.

Después se explicará la estructura cristalina de la manteca de cacao y se comenzará a realizar el experimento mientras se pueden resolver algunas dudas que surjan. Se pedirá la participación y ayuda de los alumnos durante la experiencia y también que rodeen la mesa del profesor para ver en primera persona el desarrollo experimental.

Cuando la práctica finalice y se hayan descubierto las diferencias de las estructuras cristalinas obtenidas, se repartirán trozos de chocolate entre toda la clase para acabar con un toque dulce la sesión.

### *6.4.6 Actividad voluntaria adicional*

En este experimento no se plantea ninguna actividad adicional. Los contenidos dados durante el experimento están relacionados con el currículo de 3º de ESO y la realización del experimento las ilustra correctamente. Las tareas adicionales pensadas para esta actividad se han rechazado por dificultad o imposibilidad de manejo en casa por falta de material y por no aportar ningún contenido curricular a la experiencia.

## 6.5 Llamas de colores

### 6.5.1 Contexto curricular

En este experimento el alumnado va a ver cómo se puede demostrar que la estructura atómica interna varía de unos elementos a otros y como una sencilla prueba puede explicar los modelos atómicos establecidos. El análisis en llama es una forma cualitativa de identificación de iones metálicos.

Se puede enmarcar este experimento dentro del Bloque B de la Materia y el Bloque E del Cambio con contenidos sobre propiedades físicas y químicas de los compuestos, estructura atómica, nomenclatura de compuestos y análisis de diferentes cambios físicos y químicos.

La idea de realizar este experimento surge de conocimientos personales y de la consulta de diferentes textos publicados (Pascual, 2021) (M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), 2013).

### 6.5.2 Reactivos y materiales

- Reactivos: agua, alcohol etílico y diferentes sales metálicas solubles es agua disponibles en el laboratorio del centro.
- Materiales: frasco pulverizador, mechero Bunsen y guantes.

### 6.5.3 Temporalización

Se deberá reservar toda la sesión para poder introducir correctamente el experimento y poder desarrollarlo al completo.

### 6.5.4 Desarrollo experimental

- Preparar disoluciones saturadas de las diferentes sales metálicas y mezclar posteriormente al 50/50 en volumen con el alcohol etílico. Añadir una pequeña porción de esta disolución final a los frascos pulverizadores.
- Antes de comenzar la pulverización conviene ventilar bien la clase y ponerse guantes de protección puesto que probablemente se trabajen con compuestos que pueden ser dañinas en algún sentido.
- Pulverizar la disolución en la llama y observar los colores que aparecen.

### 6.5.5 Notas del profesor

#### Fundamento teórico

Según la teoría atómica de Bohr, los átomos están formados por un núcleo con protones y neutrones, y una corteza con electrones en diferentes orbitales o niveles de energía. El paso entre estos niveles de energía se produce mediante la absorción (para excitarse) o emisión (para volver al estado fundamental).

Esta absorción y emisión de energía es lo que se va a tratar en este experimento. Mediante la pulverización de los compuestos a la llama se va a producir la excitación electrónica a estados electrónicos inestables que llevarán rápidamente a una emisión de energía para volver al estado fundamental. Esta emisión de energía se produce en forma de radiación electromagnética. El análisis de esta radiación emitida constituye un método de identificación cualitativo porque cada elemento tiene un espectro de emisión único.

Cuando parte de esa radiación emitida al volver al estado fundamental electrónico cae dentro de la zona de radiación visible que pueden percibir los seres humanos se puede apreciar el cambio de color en la llama. Los mismos elementos producen siempre los mismos cambios en la coloración de la llama, sin importar si los elementos están libres o combinados con otros. Si se pulveriza una mezcla de elementos, se van a producir todos los colores, siendo los más intensos los que enmascaren a los colores más suaves.

### *Discurso del profesor*

Una aplicación directa de lo enseñado en esta experiencia de aula es la creación de fuegos artificiales de colores. Puede ser recomendable comenzar comentando estos artilugios para llamar la atención de los alumnos y preguntar de dónde vienen sus colores para que comiencen a razonar.

A continuación se deberá contestar a esa pregunta por medio de la explicación del fundamento teórico del experimento. Al estar en un curso no demasiado avanzado se debe adaptar la explicación al nivel de conocimientos de la clase por lo que es conveniente la utilización de diversos recursos educativos como dibujos, animaciones y videos para facilitar la comprensión (Click, 2020).

A continuación se introduce el experimento y se debe explicar cómo se va a desarrollar, además de preparar las precauciones en el aula como la buena ventilación. En esta práctica debido al uso de fuego puede ser recomendable que solo intervenga el profesor, pero los alumnos deben levantarse y observar los sucesos de cerca. A medida que se descubran los compuestos empleados, se debe apuntar en la pizarra la formulación de cada uno, cosa que debe saber hacer ya el alumnado. Pueden intentar adivinar de qué color va a salir la llama cuando se produzca la pulverización para dinamizar la clase.

Para finalizar el experimento se debe introducir una disolución de compuestos desconocidos para que los alumnos intenten adivinar qué compuestos se han utilizado en su preparación puesto que ya saben por la teoría que el análisis cualitativo es inequívoco.

Un buen broche final a la sesión experimental puede ser volver al tema de los fuegos artificiales. Si es posible se debe llevar a clase algún objeto pirotécnico no explosivo como bengalas que emitan chispas de colores, los artículos de categoría F1 son de baja peligrosidad y de nivel de ruido insignificante que permiten ser utilizados incluso dentro de edificios residenciales (Interior, 2017). Se debe explicar los compuestos químicos que

lleva el artículo en cuestión que le van a permitir producir una luz de colores determinada. En caso de realizar esta última parte, la realización se producirá en el patio de recreo del centro.

#### *6.5.6 Actividad voluntaria adicional*

Para este experimento de aula no se va a proponer ninguna actividad adicional. Los contenidos tratados durante el experimentos son suficientes para ilustrar el fenómeno científico y las actividades adicionales pensadas no ayudan a ampliar los conocimientos ni son fáciles de plantear fuera del entorno controlado del aula.



## 6.6 Prender fuego con una pila

### 6.6.1 Contexto curricular

En este experimento se va a producir la reacción de oxidación del hierro de la lana de hierro ayudada por la acción de una pila, de forma que la lana de hierro hará las veces de resistencia eléctrica del circuito que se construye y se calentará tanto que se prenderá fuego.

Se puede contextualizar este experimento dentro del Bloque C de la Energía con los contenidos sobre naturaleza eléctrica de la materia, conductores, resistencias, Ley de Ohm y diferencia de potencial. También hay contenidos del Bloque B y E de la Materia y el Cambio en cuanto a que se trabaja con la nomenclatura de distintos compuestos químicos, se observa el cambio químico de una reacción y se ajusta estequiométricamente, y la ley de conservación de la masa.

La idea de realizar este experimento surge de la consulta de diferentes textos publicados (M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), 2013).

### 6.6.2 Reactivos y materiales

- Reactivos: lana de hierro.
- Materiales: pila de 9 V y recipiente

### 6.6.3 Temporalización

El experimento se realiza de forma muy rápida, en 5 minutos se puede tener el montaje y la reacción.

La importancia del experimento está en la introducción teórica y la adaptación del montaje a los esquemas teóricos de la electricidad. Por ello, se debe reservar por lo menos 30 minutos de la sesión de clase.

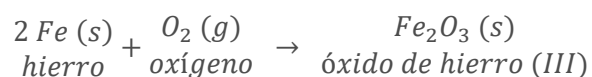
### 6.6.4 Desarrollo experimental

- Colocar el trozo de lana de hierro en el recipiente.
- Hacer pruebas conectando la pila y la lana de hierro por solo un borne.
- Poner en contacto ahora ambos bornes de la pila con la lana de hierro y observar cómo arde por completo.
- Observar la lana resultante

### 6.6.5 Notas del profesor

#### Fundamento teórico

La reacción química que se está produciendo es la oxidación del hierro. De forma natural y espontánea se produce esta reacción exotérmica cuando el hierro está en contacto con el aire, pero es tan lenta que el calor generado se disipa rápidamente sin que se pueda notar un aumento de la temperatura.



Cuando se aporta energía externa para acelerar la reacción gracias a la acción de la pila eléctrica, el calor que se genera por ser una reacción exotérmica no es capaz de disiparse como antes y se pueden llegar a alcanzar temperaturas de 1000°C. Esta temperatura es tan alta que por estar en contacto con el oxígeno atmosférico se produce una combustión, que se mantendrá hasta que alguno de los reactivos se agote, que será evidentemente el hierro de la lana.

El montaje del experimento forma un circuito eléctrico. Las ocasiones en las que se toca la lana de hierro sólo con un borne de la pila no se cierra el circuito y no se conduce la electricidad. Cuando se toca la lana de hierro con ambos bornes, el circuito se cierra como aparece en la Figura 10 y por ser el hierro un conductor eléctrico se transmite la corriente hasta el otro borne de la pila. Un esquema de este circuito se muestra en la Figura 10.

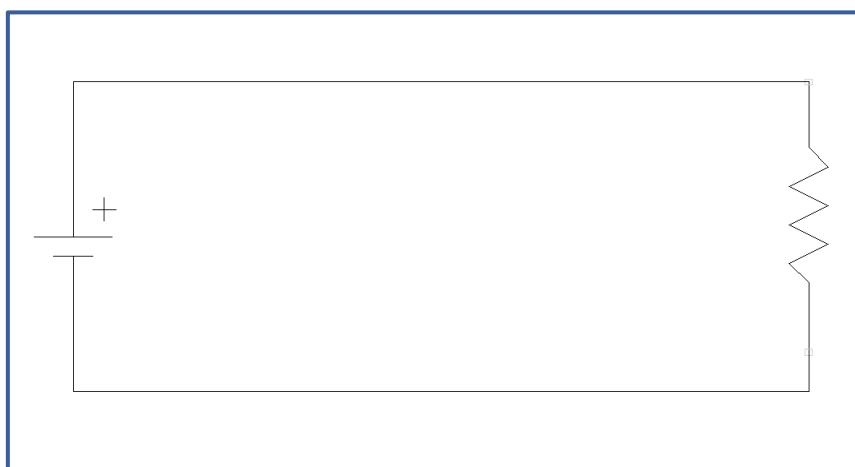


Figura 10. Esquema del circuito que se forma durante el experimento.

La corriente eléctrica que atraviesa un conductor que no es perfecto consume una parte de la energía eléctrica para manifestarla en forma de calor. En el caso del circuito del experimento, el conductor no perfecto es la lana de hierro. La lana de hierro está formada en su interior por cationes rodeados de una nube de electrones con movimiento casi libre. Cuando se acerca la pila y se crea una diferencia de potencial, los electrones empiezan a moverse hacia el polo positivo y en el camino chocan contra los cationes y contra otros electrones provocando así un aumento del calor.

El significado de la resistencia eléctrica de un material es la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica a través de él. Se puede calcular su magnitud a través de la fórmula siguiente:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

donde la  $\rho$  indica la resistividad eléctrica propia de cada material, la  $L$  la longitud del conductor y la  $S$  la sección de ese conductor. Es decir, el valor de la resistencia es directamente proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su sección, por lo que si se aplica a la lana de hierro tenemos unos filamentos muy largos que agrandan el valor de la resistencia y una sección muy pequeña (0.02 mm) que también va a aumentar este valor. El resultado es una resistencia eléctrica muy grande que se opone en gran medida al paso de la corriente eléctrica y va a aumentar mucho su temperatura hasta el punto de poder arder por estar en contacto con el aire.

### Discurso del profesor

Se debe introducir el fundamento teórico con algo que llame la atención. Enunciar que vamos a ser capaces de prender fuego al hierro puede servir porque es posible que al alumnado le extrañe esta afirmación ya que suele ser de conocimiento general que los metales no arden sino que se funden.

A partir de aquí se debe empezar por repasar los conceptos eléctricos que deben estar ya explicados cuando se pretenda dar la experiencia: naturaleza eléctrica de la materia, conductores, resistencias, diferencia de potencial y pilas eléctricas. Se puede preguntar a los alumnos por ejemplos de usos comerciales de las resistencias para ver cómo logran conectar sus circunstancias con los contenidos.

Hay que introducir la lana de hierro para todo aquel que no conozca este material y explicar también de qué está formado. A continuación se procederá a hacer el experimento y cuando finalice habrá que formular diferentes preguntas para que el alumnado deduzca lo que acaba de ocurrir.

Dependiendo de cómo sean capaces de deducir el mecanismo de la reacción se les puede ayudar más o menos y para finalizar se escribirá la reacción química producida para que sea la clase quien la ajuste estequiométricamente. Se puede acoplar a la reacción una medida de la masa inicial y final para comprobar el cumplimiento de la ley de conservación de la masa.

### **6.6.6 Actividad voluntaria adicional**

La realización de esta tarea adicional está pensada para realizarse en casa.

Durante el experimento realizado en el aula se ha hablado del funcionamiento de una resistencia y se han puesto diferentes ejemplos de usos comerciales de ellas. También se ha visto como el uso de una resistencia que se opone mucho al paso de la electricidad ha generado tanto calor que ha logrado entrar en combustión por estar en presencia de

oxígeno. La tarea que se propone va a presentar una situación parecida pero con un cambio que los alumnos deben saber explicar:

### ¿ALGUNA IDEA?

Tenemos una bombilla incandescente o de filamento. Se denominan así porque la corriente fluye por un filamento metálico en espiral. Teniendo en cuenta lo aprendido en el experimento sobre las resistencias:

- Explica que propósito cumple el filamento dentro del circuito eléctrico al que pertenece.
- ¿Qué va a implicar para el circuito eléctrico que el filamento tenga esa forma?
- Supón que en el filamento se alcanzan temperaturas de  $3000^{\circ}\text{C}$ . Investiga de qué metal está hecho el filamento y razona por qué se elige ese metal y no otro.
- ¿Por qué el filamento no arde como la lana de hierro del experimento?

En la siguiente sesión de clase se corregirá esta actividad y al alumnado que haya hecho esta actividad se le entregará la insignia de esta actividad (Figura 11).



Figura 11. Insignia correspondiente a la actividad voluntaria del experimento 6.6. Fuente: elaboración propia.

## 7. EXPERIMENTOS ADICIONALES NO EVALUABLES

La experiencia vivida durante el periodo de Prácticum y la que uno tiene por haber sido estudiante es que hay distintas fechas especiales en la que las aulas se vacían casi por completo:

- Los últimos días antes de la finalización de cada trimestre.
- Excursiones a las que no acude toda la clase

En varias ocasiones durante el Prácticum las aulas se quedaron con un número muy bajo de alumnos (entre 2 y 5) como para poder avanzar en el temario cuando faltaba aproximadamente el 90% de la clase. Dependiendo de la situación concreta de la clase en las ocasiones donde ocurrió esto, se tomaba la decisión de hacer una clase enfocada a resolver dudas de forma muy individualizada o a llevar a los alumnos a una clase improvisada en el laboratorio del centro para que pudiesen observar el aula, los materiales o los reactivos disponibles.

En este apartado se presentan diferentes experiencias científicas sencillas y rápidas con el objetivo de desarrollarlas en clases especiales como las antes mencionadas (M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), 2013) (Andalucía, 2011). Se propondrán experimentos sencillos que tienen relación con el currículo de 3<sup>o</sup> de ESO y que en su gran mayoría se pueden realizar con materiales corrientes presentes en cualquier laboratorio de ciencias de un instituto.

La realización de estos experimentos será en el laboratorio de ciencias del centro por estar orientados a días en los que el número de alumnos es bajo. Se podrán realizar en el aula de clase habitual si la seguridad del experimento lo permite, aunque es preferible que el alumnado visite el laboratorio por la motivación que les genera acudir allí.

### 7.1 Quemar un hilo recubierto de NaCl

En este experimento se pretende demostrar como influyen las fuerzas de unión entre las partículas en las propiedades del material.

Se puede enmarcar esta experiencia dentro del Bloque B de la Materia con los contenidos sobre propiedades físicas y químicas de los compuestos dependiendo del tipo de enlace químico.

Para la realización de este experimento se necesitan:

- Reactivos: cloruro de sodio y agua.
- Materiales: vaso de precipitados, trozos de hilo, 2 clips, cerillas, 2 soportes metálicos y 2 pinzas para los soportes.

El desarrollo del experimento es el siguiente:

- Crear una disolución saturada de agua y NaCl.
- Mojar uno de los hilos en esta disolución y poner a secar a continuación.

- Colocar ambos hilos en los soportes metálicos y colgar de ellos los clips.
- Prender fuego a los hilos por el extremo junto a los clips.

Los materiales después de ser quemados pierden las propiedades iniciales porque se han convertido en ceniza sin integridad estructural. Ambos hilos se convierten en ceniza pero tan solo uno de ellos se romperá y caerá el clip. El hilo impregnado con NaCl mantiene la estructura de la sal solidificada alrededor del hilo inicial y como la sal no es combustible y es un compuesto iónico, logra mantener el peso del clip sin romperse. Las fuerzas de atracción iónicas del NaCl hacen que los átomos mantengan su posición inicial a pesar de la gran temperatura, se necesitaría una temperatura de 801°C para fundirlo o 1465°C para hacerlo gas.

## 7.2 Volúmenes no aditivos

Se va a demostrar como en ocasiones el volumen final puede ser inferior a la suma de dos volúmenes iniciales por acción de las fuerzas intermoleculares.

Se puede enmarcar esta experiencia dentro del Bloque B de la Materia con contenidos sobre propiedades físicas y químicas de diferentes compuestos químicos según el tipo de enlace químico.

Para la realización de este experimento se necesitan:

- Reactivos: agua destilada, etanol y colorante alimentario.
- Materiales: 2 matraces aforados de 50 ml, matraz aforado de 100 ml, embudo pequeño y cuentagotas.

El desarrollo experimental es el siguiente:

- Medir por separado 50 ml de agua en el matraz aforado 2 veces seguidas y pasar el agua al matraz aforado de 100 ml. Se observa como el volumen final son 100 ml.
- Ahora medir en el matraz aforado 50 ml de agua y añadir al matraz de 100 ml. A continuación medir 50 ml de etanol en el otro matraz, añadir el colorante y verter en el matraz de 100 ml con cuidado de que no se mezclen las fases haciendo caer el etanol coloreado por las paredes del cuello. Se observa un volumen final de 100 ml con las fases separadas.
- Agitar el matraz de 100 ml.

Los volúmenes no siempre son aditivos. En el primer caso como mezclamos agua con agua ambos volúmenes de 50 ml se suman y dan 100 ml. Pero en el segundo caso con el agua y el etanol, como son moléculas diferentes y sus fuerzas de cohesión son distintas, después de agitar se aumenta la fuerza de cohesión entre las moléculas de agua y etanol y provoca que el volumen final sea menor de 100 ml. Antes de la mezcla no se produce este aumento de las fuerzas de cohesión y ambas fases separadas tienen 50 ml de volumen y si suman 100 ml.

### 7.3 Triboluminiscencia

En el experimento se va a generar luminiscencia azulada al frotar azúcar dentro de aceite de gaultería.

Se puede enmarcar esta experiencia dentro del Bloque E del Cambio con contenidos sobre cambios físicos y químicos de los sistemas materiales y la interpretación macroscópica y microscópica de las reacciones químicas utilizando la teoría de colisiones.

Para la realización de este experimento se necesitan:

- Reactivos: azúcar de mesa y aceite de gaultería.
- Materiales: mortero y vaso de precipitados.

El desarrollo experimental es el siguiente:

- Colocar una pequeña porción del aceite en el vaso de precipitados.
- Colocar el azúcar en el mortero.
- Apagar las luces de la sala.
- Mojar la mano del mortero en el aceite y rápidamente machacar el azúcar.

La triboluminiscencia hace referencia a la producción de luz por acción del frotamiento. El choque entre las moléculas de azúcar va a provocar que se liberen algunos electrones y choquen con las moléculas de nitrógeno del aire, haciendo que se exciten y que al volver al estado fundamental se libere radiación electromagnética ultravioleta. Para poder observar con nuestros ojos esta radiación ultravioleta invisible se usa el aceite de gaultería que es luminiscente porque absorbe la radiación y la vuelve a emitir ahora ya en la zona del azul, observable para el ojo humano.

### 7.4 Acidificación de los océanos

Se va a demostrar cómo está afectando la acidificación del agua de los océanos a los animales con concha de los ecosistemas marinos.

Se puede enmarcar esta experiencia dentro del Bloque E de la Energía con contenidos sobre la conservación sostenible del medio ambiente. También se puede asociar con el Bloque B de la Materia y el E del Cambio por tratar con nomenclaturas, propiedades químicas de la materia y reacciones químicas.

Para la realización de este experimento se necesitan:

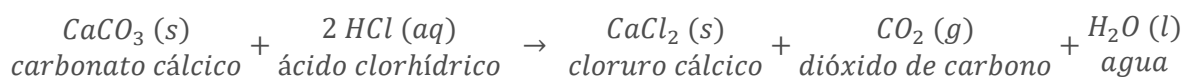
- Reactivos: agua, ácido clorhídrico y concha marina.
- Materiales: vaso de precipitados.

El desarrollo experimental es el siguiente:

- Ajustar la reacción estequiométricamente según la masa de la concha y la concentración del ácido clorhídrico del laboratorio.

- Añadir agua a un vaso de precipitados y después el ácido calculado. Esto se hace porque la reacción es un poco exotérmica y así se amortigua la temperatura.
- Añadir la concha a la disolución.

El carbonato cálcico del que está hecha la concha reacciona con cualquier ácido descomponiéndose. Este experimento es una exageración de las consecuencias de bajar el pH de los océanos. En clase la concha se va a acabar disolviendo por completo pero en los océanos lo que ocurre con los animales es que sus conchas que les sirven de protección se debilitan y los ponen en peligro. La acidificación es consecuencia directa de la contaminación humana ya sea por lluvias ácidas o por la excesiva presencia de dióxido de carbono, sustancia ácida. La reacción producida es la siguiente:



### 7.5 Electrolisis del agua

En este experimento se va a realizar la rotura de la molécula de agua para formar los gases de hidrógeno y oxígeno.

Se puede enmarcar esta experiencia dentro del Bloque C de la Energía con los contenidos sobre la naturaleza eléctrica de la materia.

Para la realización de este experimento se necesitan:

- Reactivos: agua y un ácido fuerte como el sulfúrico o el clorhídrico.
- Materiales: vaso de precipitados, 2 cables conductores, 2 pinzas metálicas pequeñas, pila de 9 V, 2 lapiceros y un soporte donde clavar los lapiceros como un trozo de cartón.

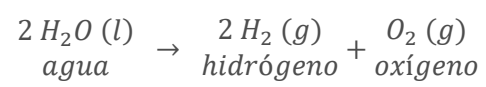
El desarrollo del experimento es el siguiente:

- Afilar bien los lapiceros por ambos extremos y conectar en el grafito las pinzas unidas a los cables y a los bornes.
- Llenar el vaso de precipitados con agua y añadir unas gotas del ácido fuerte.
- Atravesar el cartón con los lápices de forma que se introduzcan en el vaso con la disolución y queden sujetos.
- Cerrar el circuito y observar.

Gracias a la energía que aporta la pila se puede producir la reacción de descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno gaseosos, reacción que de forma espontánea no se produce porque el agua es estable. Añadir unas gotas de un ácido fuerte sirve para aumentar la conductividad del agua, ya que de forma natural está poco ionizada y no la conduce bien. Las burbujas surgen cuando la electrolisis se está produciendo, es decir, rotura de la molécula gracias a la electricidad. Estas burbujas son del hidrógeno y el oxígeno que forman la molécula de agua.



La reacción que se produce es la siguiente:



## 8. EVALUACIÓN

### 8.1 Evaluación del alumnado

Los distintos experimentos de aula que se plantean en este TFM tienen que ser evaluados para comprobar que el alumnado ha entendido los diferentes fenómenos científicos. Se deben tener en cuenta los distintos criterios de evaluación que se plantean para el curso de 3º de ESO (León, 2022) y se propone un peso específico en la nota de la asignatura de entre el 10% y el 15%.

El método elegido para evaluar los conocimientos del alumnado sobre los experimentos realizados es el del cuestionario.

Los cuestionarios se entregarán en clase al final de cada experimento, con el objetivo de realizarlos antes de que acabe la sesión. Los experimentos están pensados para que el alumnado comprenda bien un fenómeno científico por lo que se podrán hacer todas las preguntas necesarias durante su transcurso para aclarar las dudas que surjan, y cuando esto se haya conseguido, se entregará el cuestionario para que se realice individualmente. La realización de cada experimento debe hacerse cuando los contenidos teóricos ya se hayan explicado en las sesiones magistrales para que la experiencia sirva a la vez como evocación, puesta en práctica de la teoría y preparación para el examen final.

Los cuestionarios contendrán entre 3 y 5 preguntas y la nota media obtenida en ellos será la que se plasmará en un margen entre el 10% y el 15% de la nota total de la asignatura. El profesor debe comprometerse a tener corregidos estos cuestionarios para la siguiente sesión de clase, compromiso que según la experiencia obtenida en el Prácticum es muy bienvenido por el alumnado.

Hay que tener en cuenta también que al estar planteando la realización de unos experimentos en el aula, también hay que valorar la participación y el comportamiento del alumnado durante su realización. Potenciar la participación ayudará a mejorar la motivación que el alumnado tenga de cara a la asignatura y a las experiencias planteadas, lo que repercutirá positivamente en el ánimo y las ganas de aprender y por lo tanto mejorará la evaluación.

La metodología también propone la realización de unas actividades voluntarias asociadas a cada experimento. Los alumnos obtienen una valoración positiva por medio de la entrega de las insignias para aumentar la motivación y la participación, y también por medio de una evaluación positiva. El carácter voluntario de las actividades no se puede traducir en una nota peor para el alumnado que no las realice sino que debe ser un premio para quien decida hacerlas. Es por ello que la realización de estas actividades voluntarias podrá aumentar la nota final de la asignatura en 1 punto.

Para ilustrar la propuesta de evaluación de cada uno de los 6 experimentos curriculares propuestos en el Apartado 6, se expone un cuestionario de ejemplo para el experimento

número 1 “Química y cocina”. El resto de cuestionarios de los otros experimentos deben seguir este espíritu en el que se pregunta por el fenómeno de interés principal del experimento junto con alguna pregunta relacionada con el desarrollo del mismo.

### CUESTIONARIO

- Enuncia la Ley de Conservación de la Masa. Explica cómo se ha demostrado durante el experimento.
- Indica y formula qué gas se produce en la reacción vista durante el experimento.
- El vinagre comercial usado durante el experimento contiene un 6% de ácido acético. Si se han usado 50 g de vinagre, ¿cuántos moles de ácido acético se han añadido?
- Define lo que es un indicador químico de pH. ¿Qué indicadores se han utilizado durante el experimento?

Con este cuestionario de ejemplo junto con la evaluación durante la realización del experimento se están teniendo en cuenta los siguientes criterios de evaluación (León, 2022):

- 1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes (textos, representaciones esquemáticas, tablas, gráficas, aplicaciones informáticas) y medios de comunicación. (CCL1, STEM2, CD1).
- 1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados. (CCL1, STEM1, STEM2).
- 2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando, de forma guiada, los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas. (STEM2).
- 3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura de la IUPAC, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. (CCEC2).
- 3.3 Poner en práctica las normas de uso en el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones. (CPSAA2).

## 8.2 Evaluación del impacto de los experimentos planteados

Para poder afirmar que los experimentos planteados para el aula surten el efecto positivo deseado, es necesario poder evaluar el impacto que tiene en los alumnos esta metodología docente. En esta evaluación se deben comprobar aspectos como las notas del alumnado, la permanencia de los conocimientos y la motivación y atención que muestran por la asignatura después de presenciar y participar en estos experimentos, y comparar estos resultados, si es posible, con aulas donde no se realicen estos tipos de experiencias.

La influencia de los experimentos de aula es muy positiva para el alumnado según evidencia toda la bibliografía consultada. La labor del profesor de Física y Química, como buen científico, es comprobar que estos buenos resultados teóricos se aplican a su alumnado.

Una opción es la de crear un aula experimental y un aula de control:

- En el aula experimental se aplica la metodología de los experimentos en el aula. Aquí se desarrollan los 6 experimentos propuestos en este TFM, unos experimentos que guardan relación con el currículo actual para 3º de ESO y que pretenden acercar la ciencia a los alumnos para lograr un aprendizaje más significativo. Además del desarrollo de tales experiencias, también se proponen unos experimentos a modo de comodín (Apartado 7) para las ocasiones especiales en las que casi no hay alumnos en el aula y no merece la pena avanzar en la teoría, como pueden ser los últimos días de cada trimestre o días de excursiones en las que algunos alumnos no pueden ir. Estos experimentos comodín también se plantean para este aula experimental puesto que siguen el espíritu de los 6 experimentos evaluables que se proponen.
- En el aula de control no se va a aplicar ni los 6 experimentos de aula propuestos ni ninguno de los experimentos comodín. Aquí se plantea una enseñanza muy tradicional con clases teóricas magistrales y clases de resolución de problemas sobre la teoría explicada. A este aula control no se les mostrará ningún experimento ni se les llevará al laboratorio del centro.

Por razones evidentes, no parece ético llevar esto a cabo en un instituto real. Durante el periodo del Prácticum se ha podido comprobar cómo cualquier atisbo de experiencia fuera de lo tradicional es capaz de al menos llamar la atención de los alumnos ante lo que se está mostrando: disolver una concha marina para explicar la acidificación de los océanos, llevar distintos tipos de materiales y objetos que ejemplifiquen cómo la ciencia de los materiales se aprovecha de los conceptos teóricos estudiados para crear distintos productos comerciales, visualizar las nuevas unidades de medida explicadas en el libro con objetos cotidianos...

Es por ello que no resulta ético enseñar la Física y Química a una clase con unas metodologías tradicionales que se sabe que pueden resultar peor que una metodología

más práctica que la experiencia personal y los estudios revisados apuntan a que beneficia mucho al alumnado. Es por esto que todas las aulas deben ser “aulas experimentales” y que la evaluación de la calidad de dichos experimentos se deberá hacer por comparación con cursos anteriores donde no se hayan producido tales experiencias.

En tales evaluaciones de deberá incluir:

- Calificaciones del alumnado
- Permanencia de conocimientos
- Motivación por la asignatura
- Opinión de cada alumno y alumna sobre los experimentos con consejos de mejora

## 9. CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Fin de Máster tenía como objetivos justificar el impacto positivo de los experimentos de aula, demostrar que se pueden conectar con los contenidos de 3º de ESO y proponer una serie de experiencias de aula para aplicar durante un curso escolar.

La bibliografía revisada arroja unos resultados evidentes. Los experimentos de aula suponen una oportunidad para que los alumnos reflexionen y dialoguen sobre los fenómenos científicos tratados además de que son un cambio de estímulo frente a las clases tradicionales de teoría y ejercicios, lo que mejora la curiosidad y atención del alumnado. Cuando las experiencias de aula se diseñan de forma que conecten con los intereses y circunstancias personales del alumnado también se mejora la motivación del alumnado de cara a la asignatura.

El profesor debe tener dominada la materia para poder realizar los experimentos con soltura, dar el razonamiento teórico del fenómeno científico y poder dialogar con los alumnos durante el desarrollo. Esto es imprescindible para que se cumplan los beneficios que aportan estos experimentos de aula.

Tras la consulta del Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la ESO en la Comunidad de Castilla y León y de haber revisado distinta bibliografía especializada sobre experiencias científicas, se han propuesto una serie de experimentos que tratan los contenidos obligatorios en las aulas de la Comunidad. Son unos experimentos que buscan conectar con el alumnado y llamar su atención para que mejore la motivación y el interés por la Física y la Química por medio del aumento de la carga práctica de la asignatura. Los 6 experimentos de aula propuestos se pueden englobar en 4 de los 5 bloques temáticos propuestos para el curso de 3º de ESO y el bloque temático que falta es transversal a todos los experimentos, por lo que se consigue como mínimo tener una experiencia de aula por bloque.

Lograr realizar estos experimentos en clase con éxito pasa por que el profesor tenga bien preparado todo el fundamento teórico para resolver las dudas que surjan en clase y los ejemplos que va a poner para conectar con los conocimientos previos de los alumnos. De la misma manera, el profesor debe dejar que el alumnado intervenga durante el desarrollo experimental ya sea por medio del diálogo, el razonamiento y la reflexión sobre el fenómeno científico, o directamente realizando el experimento en primera persona cuando sea posible.

Toda esta investigación ha resultado inspiradora a nivel personal puesto que algunos experimentos propuestos pertenecientes al bloque de la energía y en concreto los experimentos de electricidad se tienen más olvidados y han servido para refrescar conocimientos. Por experiencia personal, experimentos como ese se suelen dejar para asignaturas como Tecnología y Digitalización. Intentar proponer experimentos con materiales más comunes ha sido un reto puesto que a menudo los experimentos más

espectaculares son los realizados con material de laboratorio, pero al haberlo logrado permite que el alumnado que tenga más interés por la asignatura pueda reproducirlos en casa fácilmente. Realizar este TFM va a servir como inicio para el desarrollo de una programación didáctica completa basada en la implantación de demostraciones didácticas, experimentos de aula y prácticas de laboratorio como eje motivador central y lograr así un aprendizaje significativo en la asignatura de Física y Química.

Con todo esto en cuenta se puede afirmar que se han cumplido los objetivos propuestos para este TFM:

- Los experimentos de aula **sí** suponen un impacto positivo para el alumnado.
- Los experimentos de aula **sí** se pueden conectar con el currículo de 3º de ESO.
- Los experimentos de aula **sí** resulta viable implantarlos durante un curso escolar.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Andalucía, J. d. (2011). 100 Experimentos sencillos de Física y Química. Física General, 1-138.
- Click, K. i. (30 de Julio de 2020). *El modelo atómico de Bohr*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=FDU4bgxCV\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=FDU4bgxCV_s)
- España, G. d. (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín oficial del Estado, 106(4), 05.
- Europea, C. d. (4 de Junio de 2018). Recomendación (UE) 2018/C del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea.
- García, S. C. (2019). Aprendiendo desde la emoción. Infancias imágenes, 18(2), 285-294.
- Gutiérrez, F. y. (2002). Mediación pedagógica. Apuntes para una educación a distancia alternativa. Guatemala: Instituto de Investigaciones y Mejoramiento Educativo (IIME). Edusac.
- Hubbard, S. R. (1990). X-ray crystal structure of a recombinant human myoglobin mutant at 2.8 Å resolution. *Journal of molecular biology*, 213(2), 215-218.
- Interior, M. d. (5 de Marzo de 2017). *Categorías de los artificios pirotécnicos*. Obtenido de <https://www.interior.gob.es/opencms/es/servicios-al-ciudadano/tramites-y-gestiones/seguridad/artificios-pirotecnicos/categorias/>
- Kavanaugh, J. S. (1998). High-resolution crystal structures of human hemoglobin with mutations at tryptophan 37β: structural basis for a high-affinity T-state. *Biochemistry*, 37(13), 4358-4373.
- León, J. d. (29 de Septiembre de 2022). Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León.
- LOMLOE, U. &. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE, 340, 122868-122953.
- M<sup>a</sup> Elvira González Aguado (coord.), B. A. (2013). *84 experimentos de química cotidiana en secundaria: Editorial Graó. Biblioteca de Alambique. Serie Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Graò.
- Mediterránea, F. D. (24 de Mayo de 2023). *¿Qué es la dieta mediterránea?* Obtenido de <https://dietamediterranea.com/nutricion-saludable-ejercicio-fisico/>
- Navarra, C. U. (24 de Mayo de 2023). *Alimentos ricos en hierro*. Obtenido de <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-hierro>



- Navarra, M. d. (3 de Junio de 2020). *Col lombarda: un indicador natural de pH*. Obtenido de <https://museodeciencias.unav.edu/documents/11140003/32632495/indicador-ph.pdf/c9941779-a99e-b25e-41e7-0e0da09a0bfc?t=1591191493000>
- Oliva Martínez, J. M. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseña*.
- Palazón-Herrera, J. (2015). Motivación del alumnado de educación secundaria a través del uso de insignias digitales. *Opción*, 31(1), 1059-1079.
- Pascual, A. F. (2021). Aplicación de experimentos en Física y Química como herramienta motivadora par el currículo de 4° de ESO.
- Pozo Municio, J. I. (2020). Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos. *Enseñando ciencia con ciencia*, 14-23.
- Profesional, M. d. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de Marzo, Por El Que Se Establece La Ordenación y Las Enseñanzas Mínimas de La Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial Del Estado*, 76, 41571-789.
- Vázquez Dorrío, J. B. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 063-65.
- Wikipedia. (2023). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 15:01, mayo 14, 2023 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Oligoelemento&oldid=151148223>. Obtenido de Oligoelemento.
- Yi, A. (2017). Importancia del proceso de temperado en la elaboración del chocolate a nivel industrial (Doctoral dissertation, Tesis (Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias). Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú.