

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.**  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN  
PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS.



**TRABAJO FIN DE MÁSTER:**  
**APLICACIÓN DE EXPERIMENTOS EN FÍSICA Y  
QUÍMICA COMO HERRAMIENTA MOTIVADORA  
PARA EL CURRÍCULO DE 4º DE ESO.**

Autora: Alba Formariz Pascual  
Tutor: Miguel Ángel Fuertes Prieto

Salamanca, 2021



**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.**  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA  
DE IDIOMAS.

**TÍTULO:** APLICACIÓN DE EXPERIMENTOS EN FÍSICA Y QUÍMICA COMO  
HERRAMIENTA MOTIVADORA PARA EL CURRÍCULO DE 4º DE ESO.

**TITLE:** APPLICATION OF EXPERIMENTS IN PHYSICS AND CHEMISTRY AS A  
MOTIVATING TOOL FOR THE 4º ESO CURRICULUM.

**AUTORA:** ALBA FORMARIZ  
PASCUAL

**TUTOR:** MIGUEL ÁNGEL FUERTES  
PRIETO.

Me gustaría agradecer el trabajo a mi madre por todo su esfuerzo en mi educación y por apoyarme en todo momento. Además, de transmitirme el gusto por la enseñanza y darme una visión realista del mundo educativo.



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>3</b>
<b>4. ¿QUÉ SON LOS EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS EN EL AULA Y QUÉ CAPACIDADES DESARROLLAN EN EL ADOLESCENTE?</b>	<b>4</b>
<b>5. PLAN DE ACCIÓN</b>	<b>11</b>
5.1. OBJETIVOS DE LAS EXPERIENCIAS CIENTÍFICAS EN EL AULA	11
5.2. METODOLOGÍA	12
5.3. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD	14
5.4. CONTENIDO 4º DE ESO	15
<b>6. EXPERIMENTOS PARA EL AULA</b>	<b>16</b>
6.1. LABORATORIO EN LA COCINA.	18
6.2. LA LOMBARDA INDICADORA DEL PH	23
6.3. ANALISTAS DEL COLOR.	26
6.4. LAS LEYES DE NEWTON	30
6.5. ¿TODOS LOS CLAVOS PINCHAN?	36
6.6. ¿LA PRESIÓN SE NOTA?	40
6.7. LA PRESENCIA DE LA ATMÓSFERA	45
6.8. ADIVINA MI DENSIDAD	48
6.9. CONDUCTORES TÉRMICOS	52
<b>7. EVALUACIÓN</b>	<b>56</b>
7.1. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO	56
7.2. EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE	57
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>58</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>60</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>1</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La asignatura Física y Química tiene un gran carácter experimental. Sin embargo, los programas curriculares de la asignatura son muy amplios, los laboratorios requieren de mucho tiempo y no se pueden realizar todas las veces deseadas. De esta manera, la asignatura corre el riesgo de convertirse en una asignatura teórica sin funcionalidad para la vida. Ante esta dificultad planteo la idea de realizar experimentos científicos en el aula para lograr transmitir al alumno la utilidad de la ciencia en la vida logrando un aprendizaje más significativo del contenido.

Son muchos los científicos a lo largo de la historia que han realizado conferencias y explicaciones realizando sus experimentos científicos. Todos somos conocedores del recurso didáctico que supone las experiencias en el aula. Sin embargo, todavía existen profesores que no los aplican ¿Por la dificultad de encontrar experimentos útiles para reflejar el contenido a impartir? ¿Por la falta de material? ¿Por no confiar en este recurso didáctico? ¿Por creer que los estudiantes confunden los experimentos científicos con la hora del recreo?

Este trabajo fin de máster defiende la implantación de las experiencias científicas en el aula como herramienta con grandes ventajas principalmente motivacional y de aprendizaje significativo. Además, permite trabajar las siete competencias clave.

En este trabajo se recopilan diferentes experiencias para realizar en el aula que permiten desarrollar el currículo marcado para cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria para la asignatura de Física y Química. Se emplea un material sencillo y barato. Con el objetivo de motivar se trabajará una metodología que integre todo lo posible al alumno en las explicaciones de los diferentes fenómenos físico-químicos. Se buscará su colaboración en las experiencias dirigidas por el profesor y la interacción basada en el diálogo. Animo a todo el profesorado a la aplicación en el aula de estas experiencias.

## **2. OBJETIVOS**

Este trabajo persigue los siguientes objetivos:

1. Facilitar una recopilación de experiencias científicas aplicables en el aula para 4º curso para la enseñanza de la asignatura de Física y Química.
2. Demostrar que las experiencias científicas en el aula permiten trabajar contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje marcados en el currículo.
3. Demostrar que las experiencias científicas en el aula generan motivación en los estudiantes.
4. Comentar las ventajas que supone implementar las experiencias científicas en el aula (compromiso, atención, interés, etc. del alumnado).
5. Plantear la metodología para realizar las experiencias científicas en el aula.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la elaboración de este trabajo se puede secuenciar en los siguientes puntos.

En primer lugar, a través de las múltiples bibliografías se consulta y se corrobora si las experiencias en el aula son un enfoque metodológico beneficioso en el proceso educativo de aprendizaje para la Física y Química.

Las experiencias de aula que se van a desarrollar a lo largo del TFM se han enfocado a 4º de ESO por ser el curso final de Educación Obligatoria Secundaria para consolidar los conocimientos.

En tercer lugar, se profundiza sobre los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje presentes en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad de Castilla y León. Además, se acude a libros de texto correspondientes a dicho nivel.

Seguidamente, se investiga sobre multitud de experiencias fisicoquímicas. Se escogen y se adaptan aquellas con más conexión al currículo de 4º de ESO. Después, se realiza personalmente las experiencias para familiarizarme con la futura puesta en marcha en el aula y para dejar constancia visual del fenómeno.

Por último, a modo de recopilación se realiza las fichas de cada experimento que contempla su relación con el currículo y el desarrollo experimental. Además, se ha planteado una propuesta metodológica enfocada a la motivación.



Figura 1

Fuente: Elaboración propia

#### 4. ¿QUÉ SON LOS EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS EN EL AULA Y QUÉ CAPACIDADES DESARROLLAN EN EL ADOLESCENTE?

Las experiencias de cátedra son un recurso didáctico de gran utilidad en la asignatura de Física y Química. Consiste en acercar los fenómenos físicos y químicos a los alumnos a través de la propia observación, realizando experimentos y demostraciones en el propio aula. Vázquez et al. definen las experiencias de cátedra como “la introducción en el aula de cualquier material, instrumento o montaje experimental que permita al alumno obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos físicos que se van a explicar, que se están explicando o que se explicaron en un determinado bloque temático” (1994, p. 63).

No hay que confundir las experiencias de cátedra con las prácticas en el laboratorio. Las experiencias se basan en ilustrar a los alumnos algunos aspectos teóricos o fenómenos científicos. Mientras que en las prácticas de laboratorio, es el propio alumno el encargado de realizar la demostración, guiado por el profesor. No son actividades sustitutas sino complementarias.

Las prácticas de laboratorio no se pueden llevar a cabo todas las veces deseadas debido al exigente contenido curricular. Habitualmente se realizan de forma temporalmente descontextualizadas de los contenidos (Vázquez et al., 1994). Las experiencias científicas son un recurso complementario, útil y eficaz al poder introducirlas en el momento deseado logrando un aprendizaje significativo y contextualizado en el momento. La asignatura de Física y Química tiene un alto carácter experimental, por lo tanto, cuantas más actividades prácticas se puedan llevar a cabo, mejor será su aprendizaje.



Las experiencias científicas de aula tienen una serie de beneficios enumerados a continuación y desarrollados en los siguientes sub-apartados.

- I. Permiten conectar con facilidad los conceptos estudiados con la vida cotidiana.
- II. Se potencia la observación y la interpretación de las demostraciones, pilar básico para comprender el mundo y característica de cualquier científico.
- III. Se logra atraer la atención del adolescente a través de la sorpresa, curiosidad y diversión amenizando la clase.
- IV. El estudio de la asignatura de Física y Química se vuelve más práctico.
- V. Se desarrollan las habilidades comunicativas, la reflexión y el pensamiento crítico del adolescente logrando su desarrollo integral.
- VI. Permiten trabajar las competencias clave.

No olvidemos que uno de los requisitos fundamentales para la correcta realización de las experiencias en el aula es la capacidad del profesor. Implantar estas sesiones no es tarea fácil. Primeramente, se deben buscar experimentos que estén conectados con los contenidos del currículo. En segundo lugar, tener a disposición el material para poder llevarlos a cabo. Y en tercer lugar, el profesor debe conocer la materia a la perfección y ser capaz de dominar el diálogo para guiar a los estudiantes en su razonamiento y saber reconducir las ideas erróneas. El alumno para comprender relaciona los conocimientos previos con los nuevos. Por lo tanto, a través del diálogo y de la escucha activa se evalúan los conocimientos sobre los que parten los alumnos.

A continuación, se desarrolla cada punto enunciado.

### **1. Permite conectar con facilidad los conceptos estudiados con la vida cotidiana, mejorando la comprensión.**

Partimos de la base que el alumnado no es tabula rasa, llega con ideas intuitivas para explicar los fenómenos que ven en su día a día (Couso et al., 2020). Por ejemplo, todos saben que si se suelta un objeto en el aire, este cae. Sin embargo, tal vez desconozcan que la razón es la gravedad. A través de las experiencias de cátedra se da sentido a las ideas previas e intuitivas relacionándolas con los fenómenos científicos. El alumno debe analizar y reflexionar acerca de lo observado, hay que cultivar mentes científicas, debe comprenderlo, no dar un voto de confianza porque lo diga el profesor.

No es lo mismo que un alumno se tenga que memorizar enunciados como “la energía eléctrica genera un campo magnético”, que pueden resultar abstractos y desconectados de su

propia experiencia, a que ellos solos con sus propios ojos vean el experimento de Oersted. A través de una experiencia con materiales cotidianos: un cable, un imán y una batería, el alumno es capaz de observar cómo el imán se mueve al acercar el cable con corriente eléctrica, asegurándose que la afirmación anterior es totalmente verídica. Como dijo Séneca (4 a.C-65 d.C.) “Largo es el camino de los preceptos, pero breve y eficaz el de los ejemplos.” (citado en Bono García, 2021).

Los alumnos, además de saber los conocimientos científicos, deben saber aplicarlos en diversos contextos de la vida (académico, social y profesional). Aunque sepan el conocimiento teórico, si no lo saben aplicar no sirve de nada. Por eso, desde el 2006 con la Ley Orgánica de Educación (LOE) se introducen las competencias básicas en el currículo de Secundaria y Bachillerato que posteriormente, en 2013 se modificó parcialmente con la aprobación de la Ley Orgánica para la mejora educativa (LOMCE), donde pasaron a llamarse competencias clave. Por tanto, trabajar con competencias implica saber el conocimiento, comprender el conocimiento y tener habilidades y destrezas para saber aplicar y superar diferentes situaciones complejas de la vida.

Las experiencias científicas en el aula, así como cualquier actividad experimental de ciencias, permite el desarrollo de las competencias. Se aprenden métodos y procedimientos, se trabaja de forma cooperativa toda la clase, se reflexiona, se elaboran explicaciones, se comparan ideas, se adquieren valores, actitudes, etc. (González et al., 2018).

## **2. Se potencia la observación y la interpretación de las demostraciones, pilar básico para comprender el mundo y característica de cualquier científico.**

El paso uno del método científico es la observación, sin esta no hay ciencia ni conocimiento. Antes de conocer algo es necesario observarlo, para luego interpretar y analizar, generando una hipótesis la cual posteriormente debe ser comprobada. De esta manera, se está trabajando durante todo el año el bloque 1 de contenidos de física y química, “El método científico”, un método que podrá aplicar en su vida como herramienta de aprender a aprender.

Por otro lado, a través de la observación los estudiantes se volverán más curiosos, cuestionándose innumerables sucesos de su día a día. ¿Por qué es naranja el atardecer? ¿Por qué el agua hierve al calentarlo? ¿Por qué echan sal en las carreteras congeladas? Se generará, así, la sensación de querer saber más y que pueden complacerla estudiando física y química.

## **3. Se logra atraer la atención del adolescente a través de la sorpresa, curiosidad y diversión amenizando la clase.**

Comenio (1592-1670) defendía la idea de una escuela agradable donde estudiar fuera ameno y sencillo. Se perseguía crear una atmósfera de trabajo acogedora y divertida para atraer a sus estudiantes. Los estudios debían ser completamente prácticos y gratos (Comenio, 1632/2012).

Es una realidad, que la mayoría de los alumnos disfrutan de estar rodeados de sus compañeros, pero llega la clase y van predispuestos a aburrirse, con una actitud cerrada al aprendizaje. Pero qué pasaría si las clases rompieran con la rutina. Si en la clase, de repente, vieran con sus propios ojos, cómo dos productos tan cotidianos como el vinagre y el bicarbonato juntos reaccionaran desprendiendo espuma. ¿Podrían olvidar fácilmente este hecho? Es inevitable que no, ya que les impacta, les divierte y, por tanto, quieren saber más. “El aprendizaje produce emociones y las emociones estimulan el aprendizaje. Múltiples sensaciones aparecen cuando después de mucho intentarlo, finalmente, se logra resolver un problema; cuando alguien aprende se sonríe, se alegra.” (Parra, 2019, p. 292).

Es importante mantener su atención a través de preguntas que enganchen, que les haga indagar y reflexionar. Es bueno que experimenten emociones: curiosidad de ver lo que ocurre, vergüenza al ser conscientes de no conocer la explicación, interés por resolverlo, satisfacción al comprender lo ocurrido incluso puede haber momentos de resistencia a cambiar de idea, rechazo o aburrimiento (Couso et al., 2020). Rompe con la metodología expositiva tradicional, la comunicación profesor-alumno es bidireccional, se mantiene un diálogo donde los alumnos argumentan sus propias reflexiones y opiniones para construir todos juntos el conocimiento, desarrollando y fortaleciendo las relaciones sociales. Además, algunos estudiantes pueden colaborar en la realización del experimento. De esta manera, el foco de atención de la clase no se centra únicamente en el profesor y los alumnos se sienten más protagonistas y comprometidos. Con todo ello, se logra un aprendizaje más activo, autónomo y motivador (Couso et al., 2020).

Aprender debe ser una experiencia agradable y positiva. Para que el alumno aprenda debe encontrarse a gusto. El profesor debe fomentar y velar por un clima de confianza y respeto para que las ideas sean expresadas y debatidas.

Con todo esto, la ciencia se dejará de ver como la clase aburrida y difícil y pasará a la clase activa, divertida y sorprendente. Con esta concepción, los alumnos vendrán con una actitud abierta a participar, a reflexionar, a proponer ideas etc. logrando aumentar la efectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Couso et al., 2020).

Uno de los principales objetivos de muchos docentes es la motivación y su ausencia una de las principales razones de fracaso escolar. Un alumno motivado está predispuesto a participar activamente en las actividades del aula. Motivar implica despertar el interés y dirigir los esfuerzos para la consecución de metas marcadas (Polanco Hernández , 2005).

En el proceso motivacional la necesidad de logro es importante. Es bueno marcar metas, guiarles y hacerles sentir capaces. Una opción para trabajarlo es realizar actividades voluntarias. Por ejemplo, “a ver quién trae mañana más ejemplos de sustancias ácidas y básicas”. Les hace sentirse responsables de su propio aprendizaje. Además, les da sensación de logro, orgullo y satisfacción, manteniéndolos motivados (Polanco Hernández , 2005). Es interesante trabajar con la recompensa para impulsar el aprendizaje. Para ello, el docente debe conocer sus intereses (Couso et al., 2020). Una recompensa que nunca falla el puntuar positivamente estas actividades

en la evaluación o dar insignias por el trabajo bien hecho. El diálogo también es importante para trabajar la motivación, se debe lanzar comentarios positivos reforzando sus fortalezas y animar a mejorar las debilidades (Polanco Hernández , 2005).

El estudio de R. Gómez en alumnos de 3º de ESO, 4º de ESO y 2º de Bachillerato demuestra que las experiencias de aula generan motivación en el alumnado, así como interés, atracción y predisposición a participar. Todo ello dio lugar también a una mejora en el aprendizaje y, además, a una mejor relación profesor-alumno (Rábago Gómez , 2015).

A través de la motivación y el interés se logra el compromiso, un requisito indispensable en el aprendizaje. El estudiante debe querer aprender, es inútil forzar un aprendizaje, nunca llegará a ser significativo. Todos hemos experimentado un compromiso con un objetivo que deseamos lograr, por ejemplo, si tu sueño es competir en tenis está claro que vas a entrenar de forma rigurosa y con esfuerzo, pero sabes que el resultado final será gratificante. La implicación es necesaria para aprender, tanto del profesor como de los propios alumnos (Bona García, 2021).

#### **4. El estudio de la asignatura de Física y Química se vuelve más práctico.**

La ciencia es de carácter experimental, por lo tanto, es esencial su desarrollo práctico. La mejor manera de enseñar y aprender ciencia es practicándola (Couso et al., 2020) ya sea en prácticas de laboratorio (desarrollada por los propios alumnos y guiados por el profesor) o por experimentos científicos en el aula. Además, su aplicación permite desarrollar en gran medida las competencias clave.

#### **5. Se desarrolla las habilidades comunicativas, la reflexión y el pensamiento crítico del adolescente logrando su desarrollo integral.**

A priori la realización de los experimentos en el aula puede parecer una variante de las clases magistrales, sin embargo, no se trata de una actividad unidireccional del profesor al alumno, sino una continua interacción entre todos los integrantes del aula (alumnos y profesor). De esta manera, se fomenta la participación, el uso de un lenguaje científico y se desarrolla la comunicación, argumentación y el espíritu crítico de los estudiantes (Bonat et al., 2004).

La espontaneidad, la creatividad y la curiosidad son características propias de los niños y adolescentes. Sin embargo, con el paso de los años y debido al sistema educativo van perdiendo y amoldándose a escuchar las clases magistrales de sus profesores. El mundo necesita gente con esas características, por lo tanto, es trabajo de los docentes fomentárselo, que hablen, que comenten y transmitan sus ideas manteniendo el turno de palabra y el respeto a sus compañeros y al profesor. La idea que tenga un compañero puede generar otra idea en otro y así, formando equipo, se logre llegar a la solución buscada.

La realización de experimentos en el aula atrapa la atención de estos, atrayendo su curiosidad e interés por lo que observa. A partir de ahí se busca el diálogo, estimulando la participación del alumno e incitando a los más pasivos a interactuar (Vázquez et al., 1994). En este momento, las mentes de los alumnos están activas, reflexionando acerca del fenómeno a estudio, participando, sintiendo el deseo de querer comprenderlo todo.

Al ir asimilando conocimientos, el profesor lanzará preguntas para que reflexionen y transmitan sus razonamientos a través de la palabra. En Secundaria les cuesta exponer sus ideas, por lo tanto, es importante trabajar la comunicación, a argumentar se aprende argumentando. La argumentación es una herramienta que permite desarrollar el pensamiento crítico (Couso et al., 2020), muy importante hoy en día, al estar expuestos a exceso de información y bulos. Además, al practicar la argumentación se mejora el aprendizaje (Couso et al., 2020).

El estudiante más que acumular información debe aprender a reflexionar y argumentar desarrollando así su pensamiento crítico. J. Rousseau (1712-1778) dijo “Le acostumbráis a que siempre se deje guiar; a que no sea otra cosa más que una máquina en manos ajenas. Queréis que sea dócil cuando es pequeño y eso es querer que sea crédulo y embaucado cuando sea mayor” (Rousseau, 1762/1909, p. 225). El objetivo de Rousseau era formar personas críticas y reflexivas.

Por otro lado, es importante que el docente vele por el clima de confianza y respeto en el aula para que las ideas sean expresadas y debatidas. La idea que expone de un compañero puede generar la idea en otro y así lograr una lluvia de ideas hasta llegar a la correcta. El pánico bloquea la capacidad de aprender y genera la necesidad de huir del lugar (Couso et al., 2020).

Otra de las grandes ventajas del diálogo en el aula es la posibilidad de detectar errores. Es necesario que el alumno no tenga miedo a fallar, debe percibirlo como algo normal e indispensable para aprender (Couso et al., 2020). De esta manera, el profesor sabrá dónde es necesario un refuerzo y reorientará las ideas erróneas.

## 6. Desarrollo de las competencias clave

En todos los puntos anteriores se observa de forma implícita o explícita el desarrollo de distintas competencias clave. Sin embargo, es interesante analizar de forma más clara cada una de ellas.

Es indudable que una asignatura de ciencias va a trabajar en gran medida la **competencia matemática y competencia básica en ciencias y tecnología**. Las experiencias en el aula buscan la comprensión de los conocimientos científicos y la explicación con ellas de la realidad. Además, permite desarrollar rasgos de la investigación científica como la actitud reflexiva hacia lo desconocido, estrategias para resolver problemas y la adquisición de un pensamiento crítico ante la realidad.

Otro de los pilares sobre los que se sostienen los experimentos científicos en el aula es la comunicación, principalmente oral, como instrumento para construir ideas. A través de diálogo entre todos los miembros del aula se desarrolla la capacidad argumentativa, la exposición de ideas, la formulación de hipótesis, el uso de una terminología científica etc. La **competencia en comunicación lingüística** es una parte fundamental de la actividad experimental (González et al., 2018). Por otro lado, la comunicación escrita se puede practicar a partir de actividades voluntarias relacionadas con las experiencias. En estas, a veces, será necesario una búsqueda y selección de información mediante recursos TIC disponibles, desarrollando la **competencia digital**. Esta competencia también se trabaja a través de cuestionarios online de cada sesión de experiencias en el aula.

Las experiencias de aula buscan estimular las actitudes científicas, fomentar la curiosidad y la reflexión. Se aprende a trabajar con el método científico: observación, búsqueda de información, hipótesis, comprobación y conclusiones. De esta manera, se contribuye al desarrollo de la **competencia de aprender a aprender**. Ante un problema desconocido aprenden habilidades para superarlos. Durante las sesiones se dan cuenta de la gran presencia de fenómenos físico-químicos en la vida cotidiana y se cuestionan otros tantos más en su día a día. Gracias a las habilidades adquiridas, se verán capaces y motivados de comprender el mundo que les rodea ganando autonomía y madurez.

La **competencia social y ciudadana** se promueve en estas sesiones a través de la participación del alumnado, la puesta en común de ideas o cuestiones fomentando las relaciones sociales siempre desde el respeto, la tolerancia y la equidad.

Por otro lado, la **competencia del sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor** se desarrolla con valores como la responsabilidad ante el cuidado de ciertos reactivos y materiales, la perseverancia en la búsqueda de explicaciones ante los fenómenos, la autonomía, el pensamiento crítico y la capacidad de autoevaluar a través de la verificación de las hipótesis.

Vivimos en una sociedad rodeada de ciencia y tecnología, los alumnos deben ser conscientes. A través de las experiencias científicas son conocedores del funcionamiento, por ejemplo, de los fuegos artificiales y las prensas hidráulicas. Por otro lado, la cultura no es solo Shakespeare o Cervantes también existe Einstein y Newton entre otros, que deben ser conocidos y reconocidos. Para ello, se pueden crear insignias con científicos importantes relacionados con el currículo. Así, se desarrolla también la **competencia de conciencia y expresión cultural**.



Figura 2

Fuente: Elaboración propia

## 5. PLAN DE ACCIÓN

### 5.1.OBJETIVOS DE LAS EXPERIENCIAS CIENTÍFICAS EN EL AULA

Los objetivos comunes en todas las experiencias científicas en el aula son:

1. Fomentar la observación de los fenómenos físicos químicos presentes en la vida cotidiana en los adolescentes.
2. Interpretar las diferentes experiencias científicas relacionándolo con el contenido de la asignatura Física y Química
3. Reforzar y profundizar sobre los contenidos teóricos de la asignatura.
4. Atraer la atención del alumnado.
5. Fomentar la curiosidad y el interés por la ciencia.
6. Transformar la connotación aburrida de la asignatura Física y Química por una entretenida, divertida y enriquecedora.
7. Fomentar la participación en el alumnado a través de la colaboración en la realización de las experiencias o participando en el diálogo.
8. Desarrollar la capacidad comunicativa de los estudiantes empleando un lenguaje científico y una argumentación adecuada.

9. Desarrollar la creatividad del estudiante.
10. Desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes.
11. Aplicar el método científico: observar, formular hipótesis, plantear experiencias para la comprobación de dichas hipótesis, interpretar los resultados y formular una conclusión.
12. Comprender que estamos rodeados de ciencia.
13. Motivar a los alumnos para evitar el fracaso escolar y mejorar los resultados.

En cada experiencia científica se trabajarán diferentes contenidos de la asignatura Física y Química. Los objetivos perseguidos en cada una de ellas se detallan en cada experimento científico.

## 5.2.METODOLOGÍA

La enseñanza de la asignatura Física y Química no se basa únicamente en contenido teórico y resolución de ejercicios tipo. Según la investigación didáctica, la enseñanza de la ciencia requiere de la capacidad para describir, explicar, intervenir y predecir en los fenómenos en base con lo que se sabe y a las pruebas disponibles y transferirse dichos conocimientos a otros contextos de la vida cotidiana (Couso et al., 2020).

El plan de acción que se va a seguir para transmitir el conocimiento se basa en realizar la demostración científica en vivo y a partir ahí, el profesor explica el fenómeno y fomentará la reflexión y argumentación de los alumnos hasta alcanzar la conclusión final. A través de este proceso se fomentan los componentes mencionados en el apartado anterior: motivación, interés, compromiso, respeto, etc.

Toda ciencia parte de la observación. Por lo tanto, la etapa inicial es la realización del experimento. Se llevará a cabo principalmente por el profesor. Sin embargo, siempre que se vea viable se animará a los alumnos a realizarlas. De esta manera, se sentirán más partícipes, atentos y comprometidos con el proceso de aprendizaje. Sería interesante emplear dicha colaboración como recompensa de su buen comportamiento y trabajo impulsando así la motivación. El circuito de recompensa es una buena herramienta del aprendizaje (Couso et al., 2020).

Los alumnos parten de ciertos conocimientos previos, los cuales tienen que ir rescatando para tener las bases sobre las cuales construir los nuevos. Al inicio y durante el experimento ellos van a ir evocándolos, se les ayudará a través de preguntas y mencionando ciertos conceptos.

Los experimentos de aula se pueden emplear para introducir contenidos nuevos o para reforzar y profundizar sobre los dados. En ambas situaciones se lanzan preguntas para hacer reflexionar al alumno, para que evoquen conocimientos que ya conocen o para que indaguen



buscando un conocimiento nuevo. De esta manera logramos que los alumnos se mantengan activos y participen. El guion de las experiencias científicas parte desde las ideas más básicas a las más complejas o abstractas. Es importante ir despacio, realizando una explicación sencilla y detallada de todos los conceptos que entran en juego (Vázquez et al., 1994). Durante el discurso, se lanzan preguntas que hagan reflexionar al alumno y lo mantengan activo. Es muy importante no olvidarse de este punto. La clase debe ser interactiva para enganchar al alumnado.

Se buscará que los alumnos formulen hipótesis y predicciones, ideen diferentes pruebas para demostrar si se cumplen o no las hipótesis lanzadas. Contrastar las diferentes ideas de los compañeros para finalmente obtener conclusiones (Couso et al., 2020). El diálogo es muy importante en el aula, como ya comentamos anteriormente, permitiendo conocer las dificultades y reconducir ideas erróneas.

En las primeras sesiones, el profesor planteará las preguntas y refutará las aportaciones de los estudiantes cuando sea necesario. Sin embargo, con la práctica serán los propios alumnos los que se contesten entre ellos, se lancen preguntas para reflexionar, respondan y logren cierta autonomía. Al finalizar la experiencia se dedican unos minutos para pensar entre todos situaciones cotidianas donde ocurran dichos fenómenos para reforzar el aprendizaje y aplicarlo al día a día.

Es interesante jugar con sus ideas intuitivas. Por ejemplo, para explicar el concepto de presión, se plantea apretar un globo contra una cama llena de clavos. Antes de realizar el experimento se pregunta ¿Qué creéis que va a suceder?

Para evaluar los contenidos adquiridos, los alumnos deben realizar un pequeño cuestionario online (con cinco preguntas aproximadamente) en sus casas a través de la Plataforma Moodle. Además de evaluar al alumno, el profesor obtiene un feedback del aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, se analizan las posibles dificultades que presentan y se refuerzan al día siguiente.

En algunas experiencias de forma voluntaria se plantea, además, una tarea para casa para reforzar y profundizar conocimientos. Como incentivo será positivamente puntuable en la evaluación, y además, se entregan insignias.

La actividad opcional permite conocer el nivel de motivación, interés y autonomía de los estudiantes. Además, permite trabajar la iniciativa y el espíritu crítico. Si gran parte de los alumnos la realizan correctamente, la evaluación de la actividad es realmente positiva. Si la realizan erróneamente, se incidirá más en dicho contenido. Es conveniente estudiar la causa de los errores y buscar soluciones. En el caso de la no realización de las actividades, sería necesario analizar la situación y realizar cambios: intentar enfocar las actividades más con sus intereses, obligar a realizar varias tareas para que adquieran el hábito, etc.

La metodología que se lleva a cabo no es la misma si se trabaja con 40 adolescentes que con 10. La actual normativa está en un máximo de 25 alumnos por aula, debido a las medidas

sanitarias, por lo tanto, se trabajará en función de dicha ratio. Cuantos menos alumnos, el proceso de enseñanza-aprendizaje es más efectivo. Si el número es más reducido, será más fácil que todos los alumnos participen, además de trabajar de forma más individualizada atendiendo a las diferencias individuales.

### 5.3.ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

En el aula no existen dos cerebros iguales y cada estudiante tiene sus características personales propias (condiciones familiares, de su entorno y del propio momento que vive la sociedad) que afectan a su rendimiento dentro y fuera del aula (Couso et al., 2020). El docente debe desarrollar al máximo las capacidades de todos y asegurar la permanencia en el sistema educativo, para ello se necesita conocer al alumnado; la mejor manera es siendo cercano a través del diálogo (Bona García, 2021). Además, es necesario tener conocimientos acerca de las diferentes condiciones que afectan al adolescente: dislexia, TDAH, discalculía, autismo, etc. y ser consciente de las necesidades de cada uno (Couso et al., 2020). La diversidad en el aula es el reflejo de la sociedad y permite enseñar a convivir con normalidad, desarrollando valores de respeto, tolerancia y solidaridad.

Para llevar a cabo la docencia es necesario realizar una reflexión inicial acerca de las características del alumnado. Son muchos los centros donde se encuentran alumnos desmotivados, con falta de esfuerzo y trabajo personal, con situaciones familiares complicadas, etc. Los experimentos en el aula buscan enganchar al alumno a través de la diversión y el entretenimiento para transmitirles conocimientos científicos. Se trata de un momento donde se olviden de los problemas, participen en clase desde el respeto, la tolerancia y la solidaridad. Es importante crear un sentimiento de equipo en la clase, todas las aportaciones aportan mucho.

El objetivo de la docencia es dar la mejor respuesta educativa con el fin de desarrollar al máximo las capacidades y habilidades de cada alumno y lograr el éxito educativo. En función de las necesidades del alumno se llevará a cabo unas medidas u otras. Todas las actuaciones se desarrollan en el Plan de Atención a la Diversidad del centro el cual debe ser conocido por todos los profesores. Los alumnos con ACNEE, alumnos con necesidades de compensación educativa, alumnos con bajo rendimiento académico y/o dificultades de aprendizaje y TDAH suelen tener una atención especial por un especialista; sin embargo, muchas veces estarán en clase y podrán beneficiarse de estas experiencias científicas adquiriendo ciertos conocimientos y sobre todo curiosidad y gusto por la ciencia. Para los alumnos con altas capacidades tienen disponibles actividades de profundización del contenido donde reflexionarán sobre el tema, además el profesor ampliará en función de sus intereses.

Está claro que no todos los alumnos adquieren con la misma intensidad y al mismo tiempo los contenidos impartidos. Por lo tanto, tendrán disponible en el Aula Virtual de la asignatura los informes de las diferentes experiencias realizadas con sus materiales requeridos, explicaciones teóricas, desarrollo de los experimentos y las actividades complementarias. Si algún estudiante se anima a repetir las experiencias en casa, puede subir las fotos o videos en el foro de Moodle para que todos las visualicemos y podamos comentarlas.

#### 5.4. CONTENIDO 4º DE ESO

En este trabajo nos centramos en la aplicación de los experimentos científicos en el aula de la asignatura Física y Química para cuarto de secundaria. Según la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad de Castilla y León, el curso de cuarto contiene los siguiente cinco bloques de los contenidos sobre los cuales trabajaremos en los experimentos planteados en el siguiente apartado.

- Bloque 1: La actividad científica.
- Bloque 2: El movimiento y las fuerzas.
- Bloque 3: La energía.
- Bloque 4: La materia.
- Bloque 5: Los cambios.

**“La mente que se abre a una nueva idea jamás volverá a su tamaño original”**  
Albert Einstein.

## **6. EXPERIMENTOS PARA EL AULA**

En este apartado se recopilan nueve experimentos aplicables en el aula en cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria para la asignatura de Física y Química.

Cada ficha de experimentos sigue la misma estructura:

- Relación con el currículo.

Se indica los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje que se pueden trabajar en las experiencias en base a la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

- Materiales

Se detallan los materiales y reactivos necesarios para llevar a cabo la experiencia. Todos los materiales se han buscado que sean cotidianos ligados al entorno del estudiante, sencillos y comunes. Únicamente en la experiencia 2 “Analistas del color”, se requiere algún producto químico, pero disponible en la gran mayoría de centros de educación secundaria.

- Temporalización

Las experiencias de los fenómenos físicos y químicos no duran toda la sesión. Hay experiencias que requieren más tiempo que otras, pero su realización en ningún caso supera los 15-20 minutos. Sin embargo, respecto a la metodología planteada el tiempo se alarga en función de las preguntas, las reflexiones, la participación etc. del alumno.

- Desarrollo experimental

Se indica las pautas a seguir para realizar las experiencias científicas.

- Desarrollo del profesor

Primero, se realiza una breve explicación del fenómeno físico y/o químico observado. A continuación, se hace un desarrollo de la metodología planteada sugiriendo la secuenciación de los contenidos y proponiendo preguntas para lanzar a los alumnos.

- Actividad complementaria

En algunas experiencias se encuentran las actividades complementarias. Son actividades que permiten reforzar y profundizar sobre el contenido. Principalmente, se plantean como actividades voluntarias para realizar en casa. Sin embargo, algunas pueden realizarse en clase si la temporalización lo permite.

En la Tabla 1 se observa la relación de cada experimento con su correspondiente bloque de contenidos. El bloque 1 “Método científico” se trabaja de forma transversal en todas ellas.

Tabla 1: Tabla de contenidos de física y química en 4º de ESO

<b>BLOQUE 1: LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA</b>
<b>BLOQUE 2: EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS</b>
<p><b>Experimento 4: Las leyes de Newton.</b>  <b>Experimento 5: ¿Todos los clavos pinchan?</b>  <b>Experimento 6: ¿La presión se nota?</b>  <b>Experimento 7: La presencia de la atmósfera.</b>  <b>Experimento 8: Adivina mi densidad.</b></p>
<b>BLOQUE 3: LA ENERGÍA</b>
<p><b>Experimento 9: Conductores térmicos.</b></p>
<b>BLOQUE 4: LA MATERIA</b>
<p><b>Experimento 3: Analistas del color.</b></p>
<b>BLOQUE 5: LOS CAMBIOS</b>
<p><b>Experimento 1: Laboratorio en la cocina.</b>  <b>Experimento 2: La lombarda indicadora del pH.</b></p>

## 6.1.LABORATORIO EN LA COCINA.

### 6.1.1. Relación con el currículo.

Esta experiencia se ha planteado principalmente para identificar ácidos y bases y trabajar las reacciones de neutralización. Sin embargo, dicha práctica permite recordar y reforzar muchos otros conocimientos del Bloque 5, presentes en el currículo de 4º de ESO como es la ley de conservación de la masa y los mecanismos de reacción.

Tabla 2: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje experimento "laboratorio en la cocina"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 5: Los cambios</b>		
<b>Tipos de reacciones químicas. Ley de conservación de la masa. La hipótesis de abogado.</b>	1.Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar.	1.1 Interpreta reacciones químicas sencillas utilizando la teoría de colisiones y deduce la ley de conservación de la masa.
<b>Características de los ácidos y las bases. Indicadores para averiguar el pH.</b>	6.Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el pH-metro digital.	6.1 Utiliza la teoría de Arrhenius para describir el comportamiento químico de ácidos y bases.  6.2 Establece el carácter ácido básico o neutro de una disolución utilizando la escala pH.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.1.2. Materiales

Reactivos: vinagre y bicarbonato de sodio.

Materiales. Báscula, globo y una botella.

### 6.1.3. Temporalización

En la realización del experimento se tarda 10 minutos. Sin embargo, si se desea poner en práctica la metodología mencionada en el apartado anterior y trabajar todos los contenidos marcados se debe ocupar toda la sesión.

### 6.1.4. Desarrollo experimental

- 1- Se introduce en la botella 60 ml de vinagre y en el globo 2 ó 3 cucharadas pequeñas de bicarbonato de sodio. Se pesa todo junto.
- 2- Para comenzar la reacción, se coloca el globo sobre el cuello de la botella y se deja caer el bicarbonato al fondo de la botella.
- 3- Cuando la reacción haya finalizado volver a pesarlo todo.

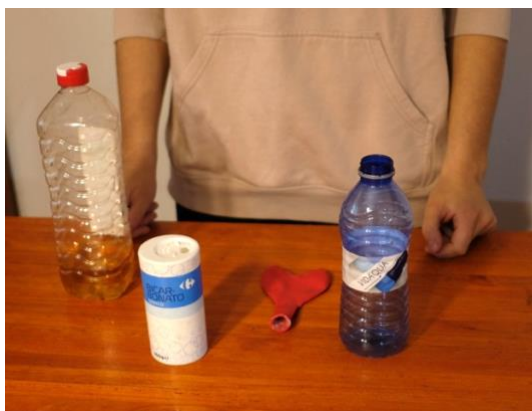


Figura 3. Materiales del experimento.

Fuente: Elaboración propia.

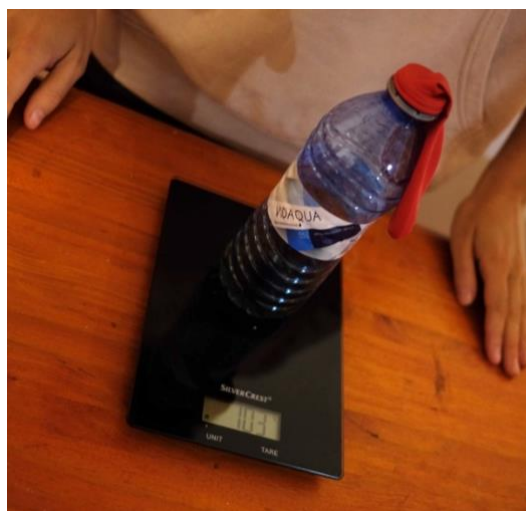


Figura 4. Botella con vinagre, globo con bicarbonato.

Fuente: Elaboración propia.

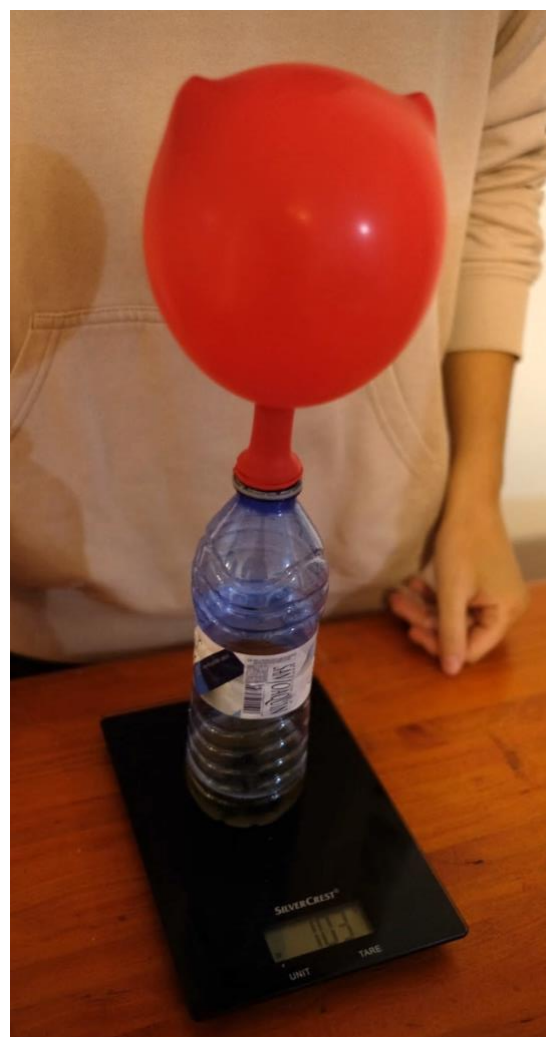


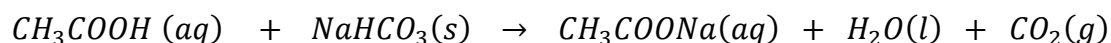
Figura 5. Reacción ácido-base finalizada.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

Al poner en contacto el bicarbonato sódico (base) con el ácido acético que contiene el vinagre (ácido), se produce la reacción ácido-base siguiente:



La reacción química ácido-base o reacción de neutralización es una reacción química que sucede entre un ácido y una base dando lugar a una sal. La sal se trata de un compuesto iónico formado por un catión proveniente de la sal ( $\text{Na}^+$  del bicarbonato de sodio) y un anión proveniente del ácido ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$  del vinagre).

Por otro lado, la masa del experimento antes y después de la reacción química es la misma demostrándose la ley de conservación de la masa.

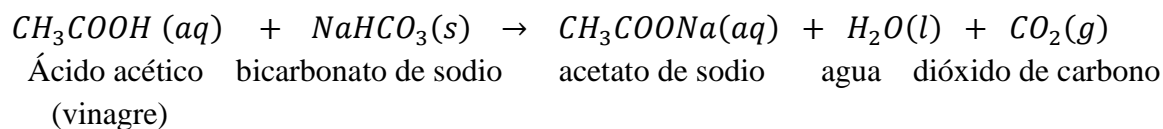
#### - Desarrollo de la metodología planteada

##### Antes del experimento

Antes de comenzar, hay que refrescar ideas previas para poder tener una base sobre la que apoyar los nuevos conocimientos ¿Qué es un cambio físico?, ¿Qué es un cambio químico?, ¿Qué entendéis por una reacción química? ¿Qué expone la ley de Lavoisier? A continuación, vamos a realizar una reacción química, ¿cómo comprobarías que se cumple la ley de Lavoisier o Ley de conservación de la masa? Aquel alumno que dé la idea es invitado a realizar la experiencia con la ayuda del profesor.

##### Después del experimento

¿Cuáles son los reactivos en esta ocasión? ¿Por qué el globo se infla? Se escribe en la pizarra la reacción que tiene lugar para que asocien la fórmula molecular de sustancias cotidianas como el vinagre y el bicarbonato. ¿Está ajustada la reacción?



En 4º de ESO se introduce por primera vez las sustancias ácido y base, por lo tanto, es necesario una explicación: qué son los ácidos, qué son las bases y qué son las reacciones ácido-base.

Si la reacción observada es ácido-base, ¿cuál es el ácido y cuál es la base? Es normal que no sepan contestar esta pregunta, pero es útil plantearla para que piensen, indaguen y



reflexionen. Para darle un toque de diversión y dinamismo se puede pedir que levanten la mano para contestar quién cree que el vinagre es base y luego quién cree que es ácido.

Para comprobar las respuestas se emplea el papel indicador de pH. Se explica su funcionamiento y un alumno voluntario procederá a la realización. Además, comprobará el pH final de la reacción.

En función de las dificultades y el interés de la clase se puede comentar las limitaciones de las definiciones ácido y base de Arrhenius. En esta ocasión se observa cómo el bicarbonato de sodio siendo una base no se descompone en  $\text{OH}^-$ .

Para acabar, se puede dar un repaso a los mecanismos de reacción química. ¿Alguien sería capaz de explicar cómo ocurre la reacción desde el punto de vista de la teoría de las colisiones? ¿Y con la teoría del complejo activado?

#### 6.1.6. Actividades de ampliación

La siguiente actividad es voluntaria para que cada alumno la realice en su casa. Se hace una breve explicación de lo que se pide y se anima a todos los estudiantes a hacerla. Se valorará positivamente en la evaluación final.

¡LA HORA DEL RETO!

Investiga y experimenta



##### Actividad 1

Investiga los productos que tienes por casa: zumo de limón, pasta de dientes, agua, los productos cosméticos etc. En los productos cosméticos y de higiene suelen especificar en su etiqueta que el pH es neutro (para la piel) ¿Es cierto esto? Identifica si se trata de ácidos, bases o neutro usando el papel indicador de pH.

Material: papel indicador pH.

A partir de la actividad 1 sería interesante realizar en la siguiente clase una puesta en común. En la pizarra digital o la pizarra tradicional se realiza el esquema como el de la Figura 6. Pueden salir ellos mismos y dibujarlo de forma simplificada.



Figura 6. Esquema de productos cotidianos en función de la escala de pH.

Fuente: Elaboración propia.

En la corrección de la actividad también se puede lanzar preguntas reflexivas ¿Por qué podemos exprimir limón o vinagre para condimentar comidas y no podemos usar otros ácidos como el ácido sulfúrico si es ácido también? De esta forma podemos analizar la fortaleza de los ácidos y bases, unos son más fuertes y otros más débiles.

Para generar más motivación sería interesante premiar a los alumnos que han realizado la actividad con una insignia por su buen trabajo (Figura 7).

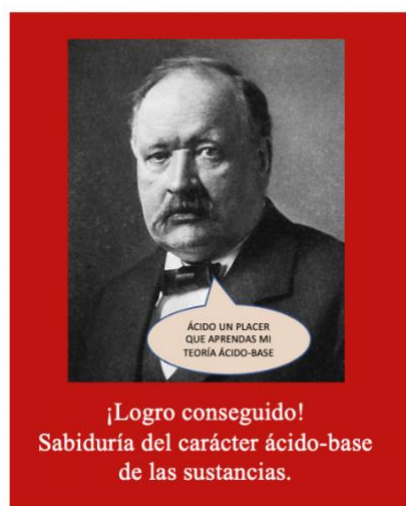


Figura 7. Insignia para la actividad complementaria "laboratorio en la cocina".

Adaptada de (Riffaarth y Leipzig, 1909).

## 6.2. LA LOMBARDA INDICADORA DEL PH

### 6.2.1. Relación con el currículo.

Esta experiencia permite identificar ácidos y bases a través del indicador casero de col de lombarda. Además, de forma visual se ve la evolución de las reacciones de neutralización.

Tabla 3: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "la lombarda indicadora del pH"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 5: Los cambios</b>		
<b>Características de los ácidos y las bases. Indicadores para averiguar el pH.</b>	6. Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el pH-metro digital.	6.3. Establece el carácter ácido, básico o neutro de una disolución utilizando la escala pH.
<b>Neutralización ácido-base.</b>	7. Realizar experiencias de laboratorio en las que tengan lugar reacciones de síntesis, combustión y neutralización, interpretando los fenómenos observados.	7.1. Diseña y describe el procedimiento de realización una volumetría de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, interpretando los resultados.
<b>Relación entre la química, la industria, la sociedad y el medio ambiente.</b>	8. Conocer y valorar la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.	8.3. Interpreta casos concretos de reacciones de neutralización de importancia biológica industrial.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.2.2. Materiales

Materiales: lombarda, dos vasos, pajita, pipeta y fuente de calor (por ejemplo, hervidor eléctrico).

Reactivos: lejía y agua.

### 6.2.3. Temporalización

El tiempo de realización de la experiencia depende de si se realiza o no el indicador en clase. Suponiendo que sí, la duración está en torno a 15 minutos. Para realizar la práctica entera aplicando la metodología planteada se necesitaría toda la sesión. Se aprovecha para hablar de la acidificación de los océanos, los antiácidos y la lluvia ácida.

### 6.2.4. Desarrollo experimental

Preparación del indicador col de lombarda:

Hervir durante 5 minutos las hojas de col de lombarda. Después, se deja enfriar y se filtra. Con el tiempo, la acción microorganismos descompondrán el indicador. Para evitarlo y aportarle mayor estabilidad se puede añadir si se desea, una décima parte de su volumen en alcohol etílico (Heredia-Avalos, 2006).

Experimento:

- 1- Se vierte agua en un vaso y se añade el indicador col de lombarda. Observar el pH.
- 2- Se añade un par de gotas de lejía. Observar el pH.
- 3- Vierte la mitad de la disolución en otro vaso, para observar mejor el cambio de color y sopla con una pajita al interior de una de las disoluciones durante aproximadamente un minuto. Observa la diferencia de color con el otro vaso.

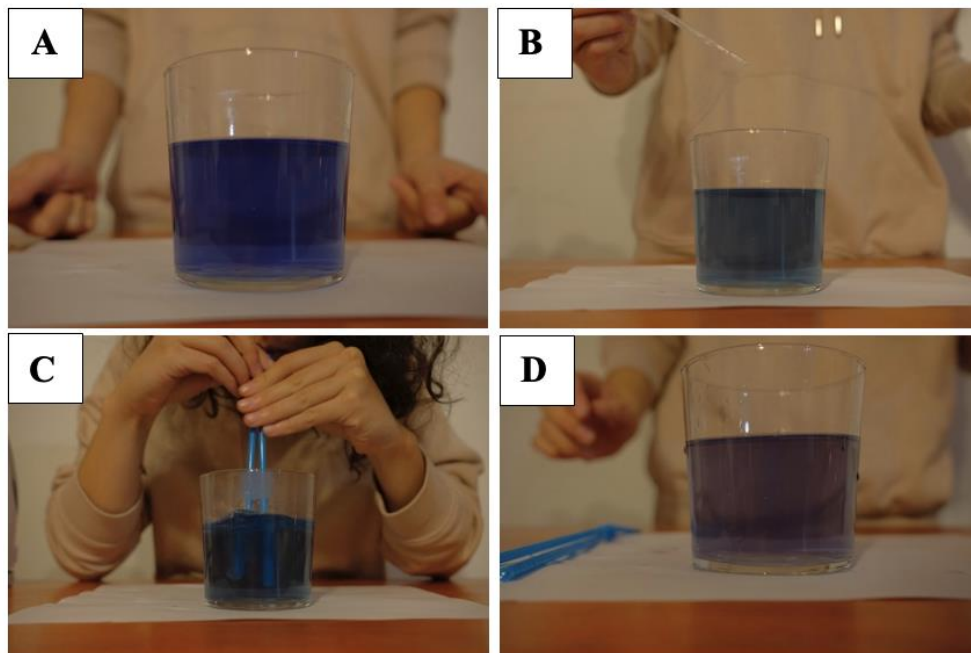


Figura 9. A) Agua con indicador col de lombarda, B) Se añade lejía, C) Se añade CO<sub>2</sub> y D) Resultado final.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

En función del pH de la disolución, se observa un color u otro. Para el indicador col de lombarda su presencia de colores en función del grado de acidez es el siguiente:

Tabla 4: Variación del color del extracto de col de lombarda como indicador pH

col lombarda									
color	rojo intenso	rojo violeta	violeta	azul violeta	azul	azul verde	verde azulado	verde	amarillo
pH	< 2	4	6	7	7.5	9	10	12	>13

Fuente: (Heredia-Avalos, 2006)

El agua es neutra por lo tanto toma el color azul-violeta. Al echarle lejía (base) aumenta su pH adquiriendo una tonalidad más azulada-verdosa. Sin embargo, al soplar e introducir CO<sub>2</sub>, la disolución vuelve a tomar un color más azulado. La disolución se ha acidificado con la presencia de CO<sub>2</sub>.

El CO<sub>2</sub> en disolución acuosa se transforma en ácido carbónico neutralizando la disolución de amoníaco.

#### - Desarrollo de la metodología planteada

##### Antes del experimento:

Repasar las ideas previas, ¿Qué es un ácido? ¿Qué es una base? Dejar claro que cada indicador pH tiene su propia coloración en función del grado de acidez.

¿La lejía es ácido o base? ¿Qué esperáis que pase cuando vierta unas gotas de lejía? ¿Y si soplamos por la pajita en la disolución? Es importante ir guiando sus pensamientos.

##### Durante el experimento

Para darle un poco de diversión se anima a algún alumno a que sople por la pajita. ¿Quién tiene capacidad pulmonar suficiente para hacer cambiar la disolución de color? El alumno que sople se le recuerda que tenga cuidado y que no aspire, solo sople ya que la disolución contiene lejía (en baja concentración). Con la mano recubierta por un guante, se pide al alumno que tapa el vaso evitando que salten gotas de disolución y ayudando a que se concentre el CO<sub>2</sub>.

##### Después del experimento

Este experimento se puede hacer referencia con la acidificación de los océanos, cómo el CO<sub>2</sub> es capaz de reducir el pH del agua. Por otro lado, se puede hablar acerca de los antiácidos y su funcionamiento en el estómago y la lluvia ácida.

### 6.3. ANALISTAS DEL COLOR.

#### 6.3.1. Relación con el currículo.

A través del “análisis en llama” se identifican los diferentes iones metálicos en función de la coloración de la llama. Se relaciona la coloración con su estructura atómica y se demuestra que los electrones orbitan alrededor del núcleo en niveles de energía, y la caída de un electrón de un nivel superior a un nivel inferior generan energía, consolidando el modelo de Bohr.

Esta práctica se ha enfocado al bloque 4: la materia, sin embargo, también serviría para el bloque 3: la energía, observando que no toda la energía se desprende en forma de calor, sino que en ciertas ocasiones por emisión de luz. Además, cada color refleja una cantidad de energía determinada. O incluso en el bloque 5: los cambios, observando una reacción química de combustión.

Tabla 5: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "analistas del color"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 4: La materia</b>		
<b>Modelos atómicos.</b>	1. Reconocer la necesidad de usar modelos para interpretar la estructura de la materia utilizando aplicaciones virtuales interactivas para su representación e identificación.	1.1 Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria la evolución de los mismos.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

#### 6.3.2. Materiales

Materiales: frasco pulverizador, mechero, guantes.

Reactivos: alcohol etílico 96°, agua, diferentes sales de metales solubles en agua: cloruro de sodio, carbonato de sodio, clorato de potasio, sulfato de cobre (II).

#### 6.3.3. Temporalización

La realización del experimento se llevará en 20 minutos. Sin embargo, es necesaria toda la sesión para desarrollar la metodología planteada.

### 6.3.4. Desarrollo experimental

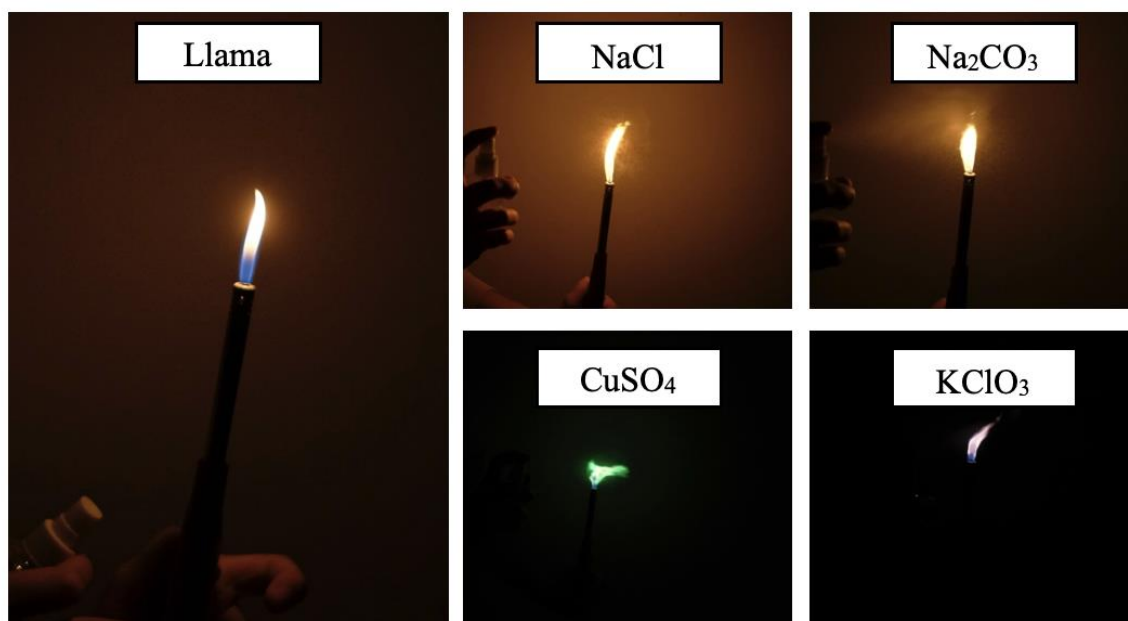
- 1- Preparar mezcla de las diferentes disoluciones:
  1. Preparar disolución saturada de la sal en cuestión.
  2. Verter en los frascos de pulverización 15ml de disolución saturada y 15ml de alcohol etílico (Tomás y García, 2015).
  
- 2- Pulverizar la disolución en una llama y observar el color. Con pulverizar un par de veces es suficiente para ver el color, reducir el uso sobretodo del sulfato de cobre (II) y el clorato de potasio por ser irritantes. Se debe tener el aula bien ventilado y hacer uso de guantes para evitar el máximo contacto con las disoluciones empleadas. Las disoluciones están bastante diluidas y con ventilación se puede realizar la experiencia en el aula.

Rellenar la tabla relacionando el color con la presencia del catión metálico.

**Tabla 6: Relación catión metálico con su color de llama**

Compuesto	Catión	Color de llama
NaCl	Na <sup>+</sup>	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sup>+</sup>	
KClO <sub>3</sub>	K <sup>+</sup>	
CuSO <sub>4</sub>	Cu <sup>2+</sup>	

- 3- Pulverizar una disolución desconocida para que los estudiantes identifiquen cualitativamente la presencia del catión.



**Figura 10.** Coloración de la llama en función de la disolución pulverizada.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento.

El átomo tiene en su interior el núcleo (formado por protones y neutrones) y alrededor están los electrones en determinados niveles de energía. Aquellos más cerca del núcleo orbitan en niveles con menos energía que los más alejados.

La llama aporta energía al átomo provocando que alguno o algunos electrones salten a niveles de energía superiores. Sin embargo, esta posición es inestable, y transcurrido un periodo muy corto de tiempo, los electrones vuelven a su estado fundamental emitiendo la energía previamente absorbida. Parte de esta energía pertenece al espectro visible y lo observamos con colores en función de su longitud de onda.

El análisis de la energía emitida da lugar a lo que se conoce como el espectro del elemento, cada elemento tiene uno propio diferente al resto, como si se tratase de su “huella dactilar”. Por lo tanto, cada elemento presente en la tabla periódica tendrá su propio espectro electromagnético que se puede observar en la herramienta digital de la página web educaplus.org: <https://www.educaplus.org/luz/espectros.html>.

#### - Desarrollo de la metodología planteada.

##### Antes del experimento

Al inicio de la actividad es conveniente emplear un estímulo para generar interés en los estudiantes. En esta ocasión el estímulo va a ser los fuegos artificiales. No es la pólvora el origen del color en los fuegos artificiales. Se le enseña, por ejemplo, el polvo blanco de  $\text{SrCO}_3$  causante del color rojo.

##### Durante el experimento

Esta experiencia es recomendable que la realice entera el profesor debido al uso del fuego. Para que los estudiantes estén más comprometidos, entretenidos y atentos, se les anima a participar respondiendo a preguntas como: ¿De qué color creéis que saldrá si pulverizo una disolución de NaCl? De esta forma, se crean emociones en el aula, nace la intriga por saber qué ocurre, la ilusión por acertar, la desilusión por fallar generando beneficios en el aprendizaje.

Seguramente, con la disolución de sulfato de cobre (II) los estudiantes predigan que la llama será azul por su color en fase sólida y diluido en agua. Sin embargo, la llama es verde. Las dos sales que contienen el catión sodio ( $\text{NaCl}$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan una llama del mismo color como amarillo-naranja. De esta forma, se puede lanzar la hipótesis de que el color es causa del catión.

Tras completar la tabla que relaciona catión-color de la llama se realiza la pulverización de la disolución desconocida. Observando el color, los alumnos van a saber rápidamente de qué catión se trata, aumentando su autoestima.

##### Después del experimento



Es importante crear un ambiente más serio para desarrollar la explicación del experimento. Es conveniente representar en la pizarra (tradicional o digital) un átomo que refleje el modelo de Bohr (Figura 11) que nos ayude en la explicación.

Debe quedar claro que la llama aporta la energía suficiente para excitar a los electrones a niveles superiores, en los cuales, son inestables. Por lo tanto, el electrón cae a su nivel de origen emitiendo energía observada en forma de color.

Con la colaboración de los estudiantes se recuerda el modelo de Rutherford y se ilustra en la pizarra al lado del de Bohr. Rutherford no habla de niveles de energía donde el electrón no radia energía. A partir de aquí, se comentan las limitaciones del modelo de Rutherford.

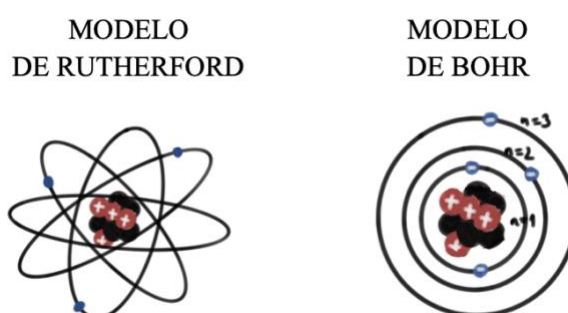


Figura 11. El modelo de Rutherford y Modelo de Bohr.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para acabar la sesión, se retoman los fuegos artificiales. En su interior contiene pólvora que propicia la combustión y diferentes sales en función del color que se le quiere dar, por ejemplo, si queremos amarillo se necesitarán sales de sodio.

- Consejos

- Es conveniente mantener bien ventilada el aula debido a los vapores que se producen.
- Recuerda que, en presencia de mezcla de elementos, el color de la llama será la unión de todos los colores y aquellos más intensos enmascaran a los menos (González et al., 2018). Se intentará preparar disoluciones evitando mezclas de elementos. Otro compuesto recomendable por su coloración roja en la llama es el  $\text{SrCl}_2$ .
- Debido al empleo de fuego, es recomendable tener a mano un extintor y/o manta ignífuga.
- Las disoluciones preparadas no deben guardarse durante mucho tiempo porque pueden formarse cristales que atascan el pulverizador (Tomás Serrano & García Molina, 2015).
- Esta experiencia requiere de un pensamiento científico desarrollado. Su realización se debe adaptar al nivel de dificultad adecuado para la clase. Si les cuesta se debe simplificar y si lo comprenden bien se puede profundizar más.
- Para visualizar mejor la coloración de la llama es recomendable oscurecer un poco el aula.

## 6.4. LAS LEYES DE NEWTON

### 6.4.1. Relación con el currículo.

Se plantean cuatro experiencias físicas para interpretar las tres leyes de Newton.

Tabla 7: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "las leyes de Newton"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 2: El movimiento y las fuerzas</b>		
<b>Leyes de Newton.</b>	1. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.	1.1 Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las leyes de Newton.  1.2 Deduce la primera ley de Newton como consecuencia del enunciado de la segunda ley.  1.3 Representa e interpreta las fuerzas de acción y reacción en distintas situaciones de interacción entre objetos.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.4.2. Materiales

Experimento 1: dos canicas, corcho, mantel sin costura y cubiertos.

Experimento 2: un coche con "pull-back" y un peso.

Experimento 3: coche de juguete, globo y brida de plástico.

### 6.4.3. Temporalización

Se requiere toda la sesión para llevar a cabo la explicación y los experimentos basados en las Leyes de Newton. Aunque cada experimento por separado se realice en 6 minutos, es importante controlar el tiempo ya que se quieren realizar los tres en la misma sesión. Es recomendable aproximadamente 15 minutos por experiencia.

#### 6.4.4. Desarrollo experimental

Experimento 1:

- A) Poner a rodar dos canicas sobre superficies diferentes, por ejemplo, madera lisa y corcho.

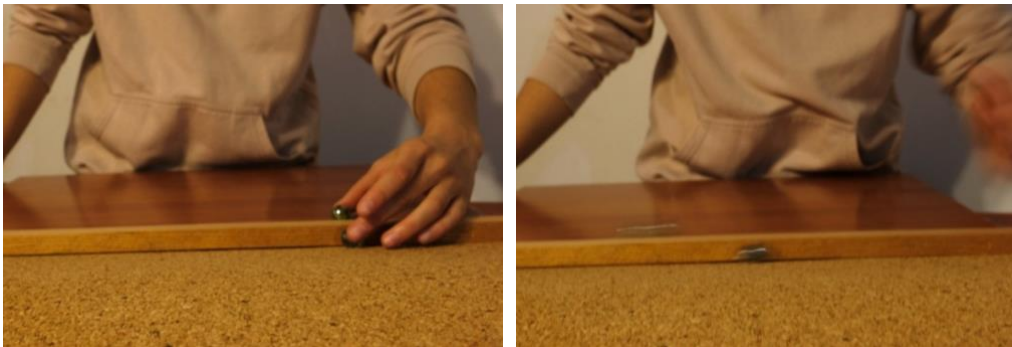


Figura 12. Movimiento de una canica sobre dos superficies diferentes.

Fuente: Elaboración propia.

- B) Sobre una mesa se coloca un mantel y unos cubiertos (platos, vasos etc.). Los platos están en reposo. Para retirar únicamente el mantel, tirar de él lo más rápidamente y lo más verticalmente de la mesa posible.



Figura 13. Retirar el mantel sin mover los cubiertos aplicando primera ley de Newton.

Fuente: Elaboración propia.

Experimento 2:

Poner en movimiento un coche “pull-back” y observar el movimiento. A continuación, volver a poner el mismo coche en movimiento con un peso encima y observar el movimiento.



Figura 14. Movimiento de una furgoneta “pull-back”.

Fuente: Elaboración propia.

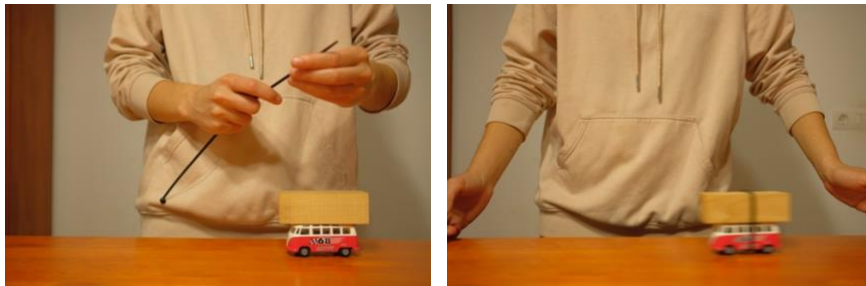


Figura 15. Movimiento de una furgoneta “pull-back” con peso encima.

Fuente: Elaboración propia.

### Experimento 3

1. Se une un globo a un coche mediante una brida de plástico.
2. Se infla el globo. Al dejar escapar el aire del globo observa cómo el coche avanza hacia adelante.

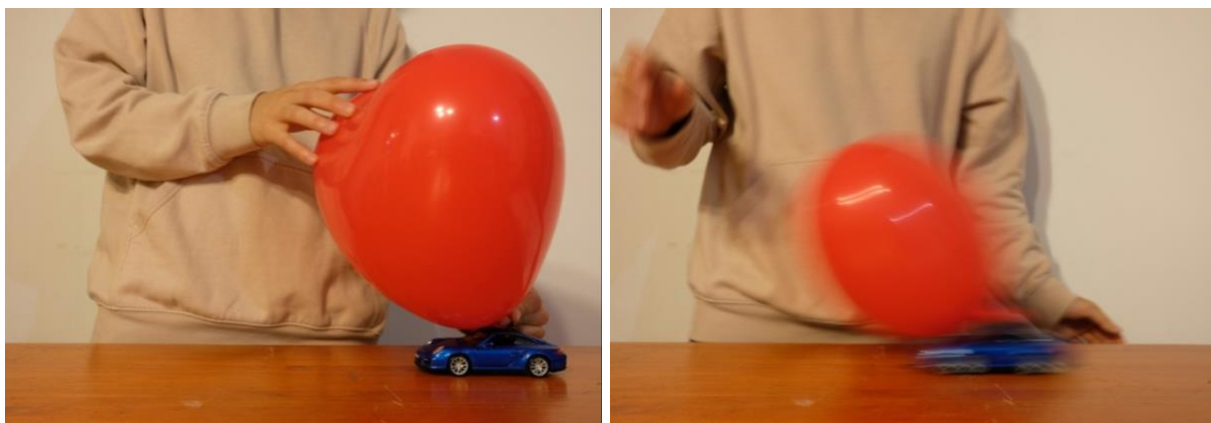


Figura 16. El coche se pone en movimiento por la tercera ley de newton.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

Experimento 1:

- A) Se pone a rodar dos canicas en superficies diferentes (madera lisa y corcho). Debido a que la fuerza de rozamiento es mayor en la superficie de corcho la bola se ralentiza. Sin embargo, en la madera la bola apenas tiene rozamiento y se observa como la bola no se para a lo largo de la mesa. Pero, tarde o temprano, debido a la fuerza de rozamiento acabaría parada. Si sobre la bola en movimiento no se ejerciera ninguna fuerza o la suma de sus fuerzas fuera cero, la bola mantendría un movimiento uniforme sin pararse tal como explica el principio de la inercia de Newton.
- B) Para retirar el mantel se ejerce una fuerza sobre él. Esta fuerza aplicada debe ser instantánea y totalmente horizontal (por esta razón, se tira del mantel lo más verticalmente posible como se observa en la Figura 13). La fuerza sobre los cubiertos es prácticamente nula, además la masa de estos es alta. Como resultado los platos no se desplazan demostrándose el primer principio de inercia de Newton.

Experimento 2:

Se observa como aplicando la misma fuerza (proveniente del “pull-back” del coche), la aceleración no es la misma en las dos situaciones debido a que se modifica la masa. Masa y aceleración son inversamente proporcionales demostrándose la 2º ley de Newton.

$$F_{total} = m \cdot a \quad (1)$$

Experimento 3:

El globo al deshincharse ejerce una fuerza,  $F_1$ , ante la cual se opone otra fuerza de la misma intensidad y dirección, pero de sentido contrario,  $F_2$ , que hace mover al coche. Se demuestra el principio de acción y reacción de Newton.

$$F_1 = -F_2 \quad (2)$$

#### - Desarrollo de la metodología planteada

Experimento 1:

##### A) Después de experimento

El profesor lanza las dos canicas sobre superficies diferentes y se observa lo sucedido. ¿Por qué una canica va más rápido que otra? De esta forma reflexionamos acerca de la fuerza de rozamiento.

Es importante que reflexionen sobre la fuerza de rozamiento, por qué en una situación es mayor y en otras es menor y qué consecuencias tiene en su movimiento. Además, es fundamental que los alumnos comprendan que, si sobre la canica no actuara ninguna fuerza, la canica no se pararía y estaría en movimiento rectilíneo uniforme (1º Ley de Newton).

### B) Antes del experimento

Se conoce ya la 1º Ley de Newton o principio de inercia, es el momento del reto. ¿Quién me explica cómo retiraría el mantel sin mover los cubiertos? Quién me convenza con su argumento está invitado a intentarlo.

El profesor debe tener la capacidad de orientar a los alumnos a través del diálogo, saber demostrar el por qué de las respuestas equivocadas de los estudiantes y dirigir sus pensamientos.

¿Qué dice la 1º Ley de Newton? Entonces, si no queremos mover los cubiertos no se debe ejercer fuerza sobre ellos ¿Alguien se le ocurre como hacerlo?

### Después del experimento

Este experimento suele sorprender a los alumnos y todos quieren probar a hacerlo. Para no romper la clase, uno o dos estudiantes lo intentan y al final de la sesión todos los que lo deseen.

Experimento 2:

### Durante el experimento

¿Qué creéis que ocurre cuando al coche le pongo un peso? Seguramente, a esta cuestión acierten la mayoría por su intuición y experiencia. Sin embargo, no le dan una explicación científica, objetivo de esta práctica.

Conociendo la 1º ley de Newton y la 2º ley de Newton es momento de dejarles cinco minutos a lo estudiantes para que intenten deducir la primera ley como consecuencia de la segunda. Acto seguido, los estudiantes exponen sus ideas y se lleva a cabo la explicación.

Experimento 3:

### Antes del experimento

Para mantener la atención de los alumnos se realizan preguntas que generen intriga ¿Creéis que soy capaz de mover este coche sin empujarlo con la mano?

### Después el experimento

Para una mejor comprensión de la tercera ley de Newton se puede realizar una representación de las fuerzas en la pizarra (Figura 17).

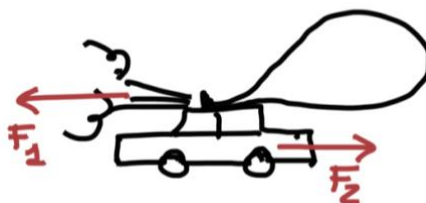


Figura 17. Representación en la pizarra de la 3º ley de Newton.

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar todas las experiencias, es momento de pensar entre todos ejemplos cotidianos en términos de las leyes de Newton. Posibles ejemplos:

- 1º Ley de Newton: dejas el boli encima de la mesa. Si ninguna fuerza actúa sobre el boli, permanecerá quieto indefinidamente.
- 2º Ley de Newton: cuando se juega a los bolos, la bola es muy pesada y hay que aplicarle mucha fuerza para lograr que coja aceleración. Sin embargo, si jugáramos con pelotas de gomaespuma, la fuerza necesaria para que coja aceleración la bola es menor.
- 3º Ley de Newton: estás en la piscina con un amigo y le empujas (acción), tu recibirás una reacción impulsándote en dirección contraria (reacción).

#### 6.4.6. Actividades complementarias

La siguiente actividad se puede plantear para que reflexionen en casa y se resolverá en la siguiente sesión.

¡LA HORA DEL RETO!

Pensemos

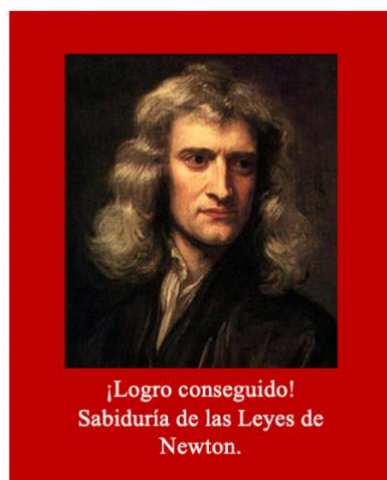


Seguramente has experimentado alguna vez la sensación cuando un coche frena bruscamente, el cuerpo tiende a ir hacia adelante. Por esa razón la DGT obliga el uso del cinturón de seguridad.

¿Alguna ley de Newton es capaz de explicar dicho comportamiento?

Por otro lado, si un coche arranca de forma brusca, el cuerpo tiende hacia atrás. ¿Cuál es su explicación?

Aquellos que la realicen tendrá su insignia (Figura 18).



**Figura 18.** Insignia actividad complementaria de “las leyes de Newton”.

Adaptada de (Kneller, 1992).

## 6.5. ¿TODOS LOS CLAVOS PINCHAN?

### 6.5.1. Relación con el currículo

Con este experimento tan sencillo y que requiere poco tiempo se logra asimilar el concepto de presión.

Tabla 8: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "¿todos los clavos pinchan?"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 2: El movimiento y las fuerzas</b>		
<b>Presión. Aplicaciones.</b>	1.Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa.	1.1.Interpreta fenómenos y aplicaciones prácticas en las que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante. 1.2.Calcula la presión ejercida por el peso de un objeto regular en distintas situaciones en las que varía la superficie en la que se apoya, comparando los resultados y extrayendo conclusiones.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.5.2. Materiales

Materiales: clavos, cartón y globo.

### 6.5.3. Temporalización

El experimento se realiza en 5 minutos. Llevando a cabo la metodología marcada se empleará 20-30 minutos.

### 6.5.4. Desarrollo experimental

Sobre una superficie de cartón clavar un conjunto de clavos y en otro cartón colocar un único clavo (Velasco et al., 2019). Es recomendable llevar estas estructuras realizadas de casa para no perder tiempo en la sesión.



Se inflan dos globos y se coloca uno en cada superficie. Se aplica la misma fuerza hacia abajo.

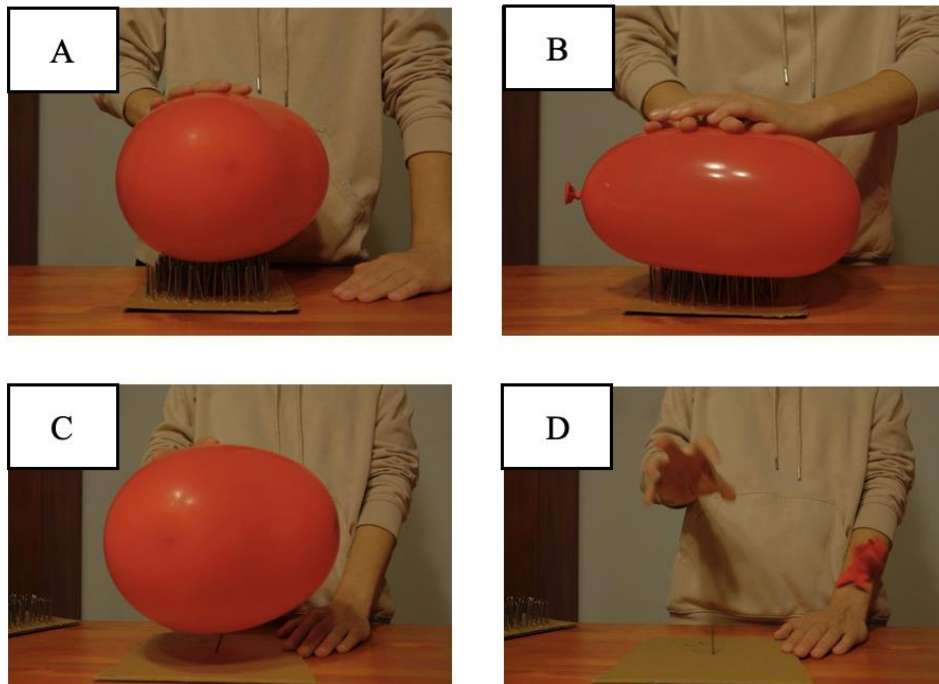


Figura 19. A) Y B) Se aplica fuerza sobre el globo encima de un conjunto de clavos. C) Y D) Se aplica fuerza sobre el globo encima de un clavo.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.5.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

Ese globo sobre un conjunto de clavos no estalla, en cambio, este sobre un clavo sí. La fuerza aplicada en ambas situaciones es la misma, sin embargo, no actúa sobre la misma superficie. En la situación A, la fuerza se reparte sobre toda la superficie siendo su presión pequeña y el globo no estalla. En la situación B, toda la fuerza actúa sobre un punto, la presión es grande y el globo estalla.

$$P = \frac{F}{S} \quad (3)$$

#### - Desarrollo de la metodología planteada

##### Durante el experimento

Se anima a dos estudiantes a realizar la práctica. Hinchando los globos y en función a las indicaciones del profesor irán aportándole fuerza de menos a más.

##### Después del experimento

¿Cuál es la gran diferencia entre las dos situaciones? De forma visual ven que el efecto de la fuerza depende de la superficie sobre la que actúa, siendo necesaria una nueva magnitud: la presión.

Para seguir trabajando la expresión  $P = \frac{F}{S}$  les lanzamos el supuesto caso: imaginad que tengo dos globos de agua. Uno lo coloco con cuidado encima del conjunto de clavos. En cambio, el otro lo lanzo al conjunto de clavos desde cierta altura. ¿Qué creéis que ocurrirá?

Esta idea se puede extrapolar a una gran variedad de situaciones cotidianas interesantes de comentar, la superficie estrecha de los cuchillos, por ejemplo. Además, es interesante hablar acerca de los faquires religiosos de la India y países orientales, que son capaces de apoyar todo su cuerpo sobre una cama llena de clavos. Los alumnos se sorprenden con este fenómeno físico y a su vez, aprenden cultura.

### 6.5.6. Actividad complementaria

En relación con el tema de los faquires se realiza un ejercicio voluntario planteado para casa.

¡LA HORA DEL RETO!

Calcula

+	-
×	÷

¿Si tu fueras un faquir te harías daño apoyado sobre un conjunto de clavos?

1. Pésate en la báscula de casa.
2. Calcula la presión que ejerce tu cuerpo sobre una cama de 172 clavos de superficie  $1\text{mm}^2$  cada uno.
3. Calcula la presión que ejercer sobre un clavo.

¿Te harías daño en alguna situación?

En función del nivel de la clase, se pueden dar pautas para su resolución. Por ejemplo, cómo calcular la superficie sobre la que se ejerce el peso.

Aquellos alumnos que realicen el problema correctamente recibirán la insignia. Si lo intentan y tienen errores, si al final lo consiguen entender, también la recibirán, premiando su esfuerzo.



**Figura 20.** Insignia para la actividad complementaria de “¿los clavos pinchan?”.

Fuente: Elaboración propia

## 6.6.¿LA PRESIÓN SE NOTA?

### 6.6.1. Relación con el currículo

Con esta práctica se demuestra la incompresibilidad de los líquidos y la compresibilidad de los gases. Además, se demuestra el principio de Pascal. En el experimento 2 se representa el elevador hidráulico como aplicación práctica del principio de Pascal.

Tabla 9: contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "¿la presión se nota?"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 2: El movimiento y las fuerzas</b>		
<b>Principio de Pascal. Aplicaciones prácticas.</b>	13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.	13.4 Analiza aplicaciones prácticas basadas en el principio de Pascal, como la prensa hidráulica, elevador, dirección y frenos hidráulicos, aplicando la expresión matemática de este principio a la resolución de problemas en contextos prácticos.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.6.2. Materiales

Experimento 1: recipiente de vidrio, tubo de plástico (1cm diámetro exterior y 0,5 cm diámetro interior), válvula de conexión, jeringuilla de 30 ml, globo, peso y agua.

Experimento 2: dos jeringuillas de volúmenes diferentes (30 ml y 2 ml), dos maderas finas (una grande y otra pequeña), bridas de plástico, coche y agua.

### 6.6.3. Temporalización

Los experimentos tienen ambos una duración de 5 minutos. Si se realiza la metodología considerada, el tiempo de duración es aproximadamente de 40 minutos.

### 6.6.4. Desarrollo experimental

Experimento 1:

Se realiza un montaje representado en la Figura 21. Se llena el recipiente de vidrio con agua, se introduce el globo con el peso y se cierra la tapadera (intentar que rebose de agua) (Galán, 2020). El objetivo del peso es que el globo quede sumergido en el agua y no asciende hasta

arriba. Se une la jeringuilla y el tubo de vinilo y se absorbe agua para rápidamente conectarlo con el recipiente de vidrio. Es importante, que nuestro sistema de estudio esté lleno de agua, sin aire.

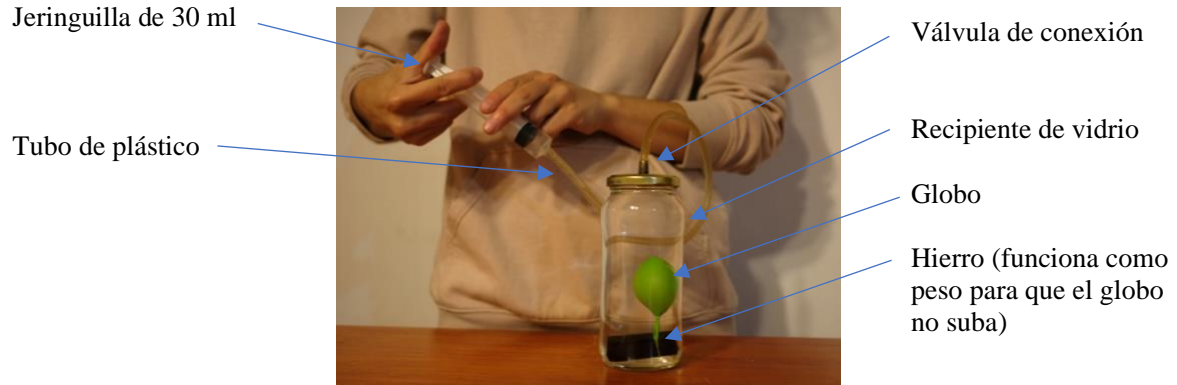


Figura 21. Montaje. Fuente:

Elaboración propia.

El sistema a estudio está todo lleno de agua (intentar no introducir aire). Se empuja y se tira del émbolo de la jeringuilla observando cambios en el globo.



Figura 22. Secuencia temporal de introducir o desalojar agua del recipiente de vidrio.

Fuente: Elaboración propia.

## Experimento 2:

Se realiza el montaje de la Figura 23 que refleja el esquema de las prensas hidráulicas. Es importante que en el sistema no entre aire. Por esta razón, antes de unir jeringuilla-tubo a la otra jeringuilla, se absorbe agua hasta que rebose.

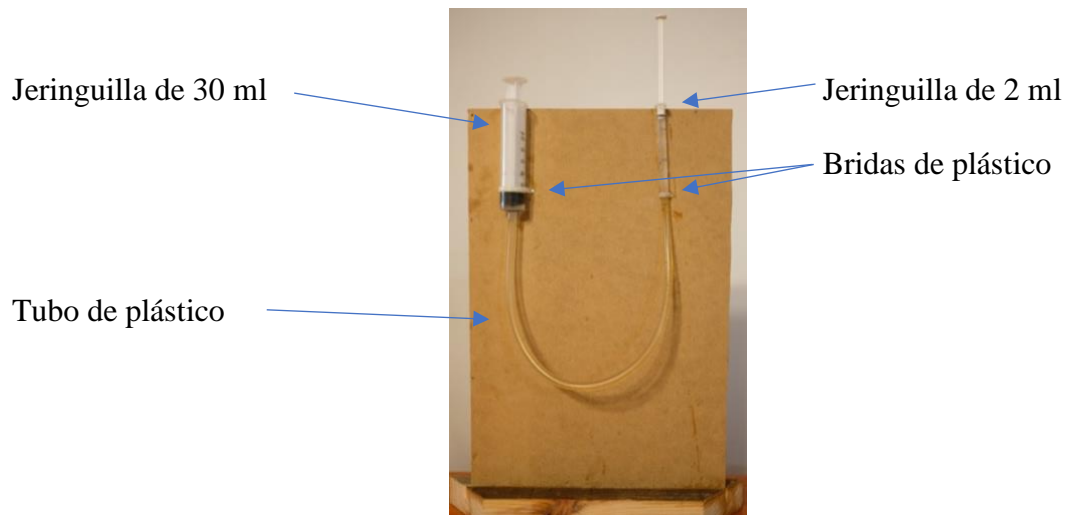


Figura 23. Montaje

Fuente: Elaboración propia

En el montaje, las jeringuillas se mantienen unidas a la madera con bridas de plástico.

Se coloca sobre el émbolo grande un coche ayudado por un soporte de madera. Y se presiona el émbolo pequeño.

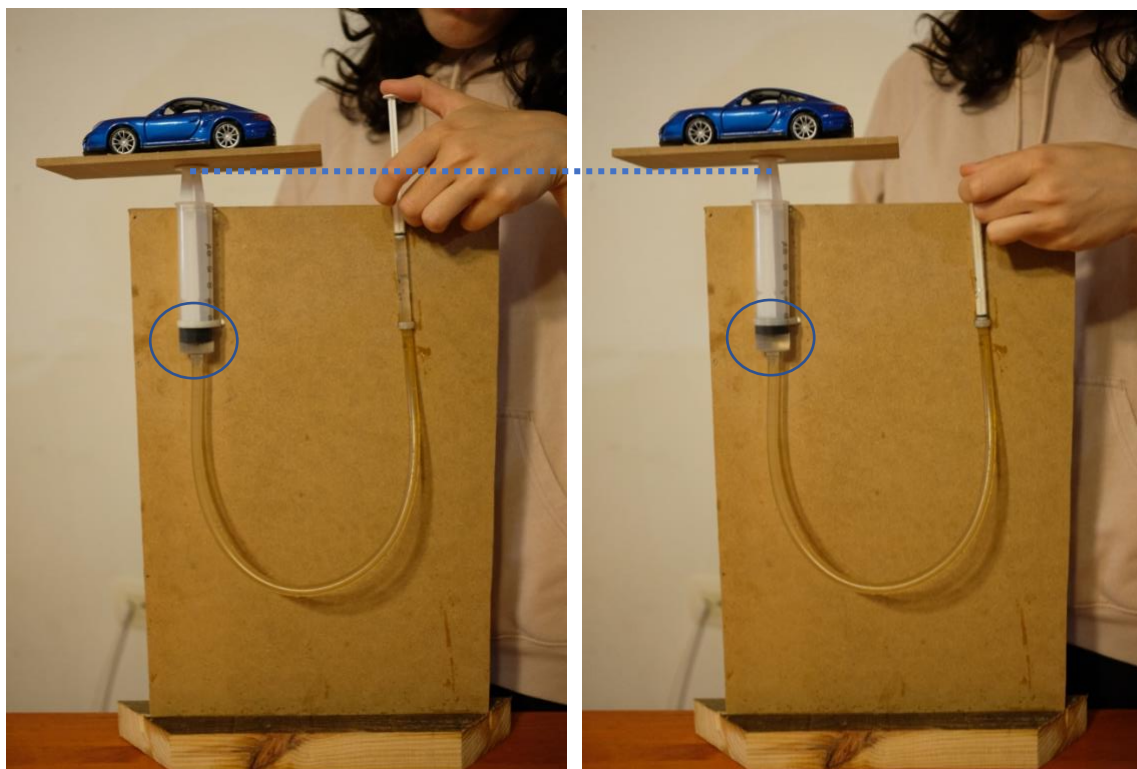


Figura 24. Experimento de la prensa hidráulica.

Fuente: Elaboración propia

### 6.6.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

Experimento 1:

Al empujar el émbolo de la jeringuilla se está introduciendo agua en el recipiente. El agua es prácticamente incompresible, sin embargo, el aire puede comprimirse. Para que el agua entre en el recipiente el aire del globo debe comprimirse reduciendo su volumen. En cambio, si se desaloja agua del recipiente con la jeringuilla, el aire del globo puede expandirse. Por esta razón el globo decrece y crece.

Pascal enunció el siguiente principio: “la presión ejercida en un punto de un fluido incompresible se transmite con igual intensidad a todos los puntos del fluido y en todas las direcciones”. Por esta razón se explica, que el globo crece y decrece por igual en todas sus direcciones.

Experimento 2:

Basado en el Principio de Pascal, la presión ejercida en el émbolo de una jeringuilla es la misma que la que se transmite al émbolo de la otra jeringuilla. Sin embargo, las superficies son diferentes, por lo tanto, para cumplir la ecuación 4, las fuerzas también son diferentes. La fuerza de la jeringuilla grande es la fuerza de la jeringuilla pequeña multiplicado por el cociente de las secciones (ecuación 6). Por lo tanto, cuanto mayor es la diferencia entre superficies, más eficaz es la prensa hidráulica.

$$P_A = P_B \quad (4)$$

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B} \quad (5)$$

$$F_B = F_A \frac{S_B}{S_A} \quad (6)$$

#### - Desarrollo de la metodología planteada

Experimento 1:

##### Antes del experimento

El montaje se trae hecho desde casa. Se anima algún estudiante a mover la jeringuilla para que todos observemos qué ocurre con el globo.

##### Después del experimento

¿Por qué aumenta o disminuye el volumen del globo? ¿Qué hay dentro del globo? ¿El aire es compresible? ¿El agua es compresible? Es posible que respondan erróneamente. Para demostrar que están equivocados se le da a un alumno una jeringuilla y se le pide que introduzca aire, que tape la boca de la jeringuilla con el dedo y que lo comprima. Después, se realiza lo mismo introduciendo agua en la jeringuilla.

Asumido que el globo crece y decrece por la presión. Se explica el principio de Pascal.

Días anteriores se ha explicado el principio fundamental de la hidrostática que demuestra que a mayor profundidad en un líquido mayor es su presión. ¿Por qué en esta ocasión la presión no depende de la profundidad?

### Experimento 2

Los estudiantes de forma visual están observando cómo un objeto se puede levantar con la prensa hidráulica aportando poca fuerza. De esta forma, los ejercicios a resolver les resultarán más sencillos al tener claro su funcionamiento.

Se puede comentar los frenos hidráulicos al tener un mecanismo semejante.

- *Consejos del experimento 2*

Si se dispone de pesas se puede realizar el experimento 2 de forma más precisa. Colocar sobre el émbolo grande más masa que sobre el pequeño. De forma visual, se observará como el embolo pequeño, con menos peso, es capaz de levantar al émbolo grande con más masa.



## 6.7. LA PRESENCIA DE LA ATMÓSFERA

### 6.7.1. Relación con el currículo

El experimento es ideal para demostrar la presencia de la presión atmosférica.

Tabla 10: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "la presencia de la atmósfera"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 2: El movimiento y las fuerzas</b>		
<b>Física de la atmósfera: presión atmosférica y aparatos de medida.</b>	14. Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustran el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos así como la iniciativa y la imaginación.	14.2 Interpreta el papel de la presión atmosférica en experiencias como el experimento de Torricelli, los hemisferios de Magdeburgo, recipientes invertidos donde no se derrama el contenido etc. Infiriendo su elevado valor.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.7.2. Materiales

Materiales: botella, agua y fuente de calor (por ejemplo, hervidor eléctrico).

### 6.7.3. Temporalización

La experiencia requiere de 6 minutos aproximadamente. Si se realiza la explicación y metodología planteada se alarga a 20 minutos.

### 6.7.4. Desarrollo experimental

- 1- Se calienta el agua con la fuente de calor. Este paso se puede omitir llevando el agua caliente en un termo a clase.
- 2- Se vierte agua caliente en la botella (con llenarla  $\frac{1}{4}$  es suficiente). Se cierra el tapón y se deja durante un par de minutos. Se puede agitar para que las paredes se calienten más rápido.
- 3- Se vacía el agua de la botella y, rápidamente, se vuelve a cerrar el tapón. (Cascales et al., 2014).



Figura 25. Desarrollo experimental.

Fuente. Elaboración propia.

### 6.7.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

El agua a altas temperaturas calienta el aire del interior de la botella aumentando su presión. Se observa que la botella crece. Al retirar el agua y cerrar la botella se va a ir poco a poco enfriando, esto reducirá el movimiento de las moléculas gaseosas en su interior y, por consiguiente, la presión del interior de la botella se reduce. Además, el aire del exterior de la botella ejerce presión sobre sus paredes. Esta diferencia de presiones es la causante de que la botella se aplaste.

#### - Desarrollo de la metodología planteada

Se animan a dos estudiantes a realizar la experiencia. Uno verterá el agua en la botella y el otro se encargará de cerrar el tapón y de retirar el agua de su interior. Tras observar el experimento, los alumnos estarán sorprendidos e interesados por su explicación.

Posteriormente, se lanzan preguntas para guiar sus pensamientos. Cuando el agua caliente está en la botella ¿El gas que contiene la botella está caliente o frío? ¿El aumento de temperatura creéis que modifica la presión?

Al retirar el agua y cerrar la botella, ¿qué crees que pasa? ¿el aire del interior sigue a la misma temperatura? ¿por qué se aplasta la botella?

Es interesante comentar la presencia de este fenómeno físico en situaciones cotidianas. Por ejemplo, los tubos de crema en la playa se calientan y se hinchan, de echo cuando se abren a veces salta un poco del contenido del interior debido a la presión. Otro ejemplo, cuando se sacan bolsas de comida del congelador se empiezan a hinchar.

### 6.7.6. Actividad complementaria

A través de esta actividad se anima a que experimenten en casa con materiales cotidianos y que propongan hipótesis sobre lo observado.

#### ¡LA HORA DEL RETO!

Experimentemos



Coge una botella y llénala de agua. Coloca encima una pelota de pim-pom y mientras la mantienes en su posición, dale la vuelta a la botella. Suelta la mano que sostiene la pelota.

¿Qué ocurre? ¿Te mojas? ¿Cuál crees que es la razón?

Realiza una foto o un video de la experiencia.

Materiales: botella, pelota de pim-pom y agua.

Se pide a los alumnos que suban la foto o vídeo de la experiencia al foro de Moodle para que todos podamos verlo y comentarlo. Para premiar la actividad realizada se les hace una insignia personalizada con la foto que han subido.



Figura 25. Insignia personalizada.

Fuente: Elaboración propia.

## 6.8. ADIVINA MI DENSIDAD

### 6.8.1. Relación con el currículo

Esta práctica tiene como objetivo familiarizar al estudiante con la fuerza de empuje y la fuerza de peso de los cuerpos sumergidos en fluidos.

Tabla 11: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "adivina mi densidad"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 2: El movimiento y las fuerzas</b>		
<b>Principio de Arquímedes. Flotación de objetos.</b>	13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.	13.4. Predecir la mayor o menor flotabilidad de objetos utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes.

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.8.2. Materiales

Materiales: recipiente transparente, detergente líquido, agua, aceite y diferentes objetos (nuez, hielo, limón, patata, etc.).

### 6.8.3. Temporalización

El experimento requiere un mínimo de 10 minutos. Se puede alargar en función de los objetos que pongamos a prueba. Hay que tener en cuenta que, aplicando la metodología marcada, la experiencia se alarga en el tiempo. Lo ideal es no pasarse de 30 minutos.

### 6.8.4. Desarrollo experimental

1. Se vierte con cuidado y sobre la pared del recipiente grande los diferentes líquidos: agua, aceite y detergente líquido. Debido a que son líquidos inmiscibles se separan en fases en función de su densidad. Se puede introducir una vara para remover las disoluciones y observar cómo en un par de minutos vuelven a ser inmiscibles (González et al., 2018).
2. Se lanzan diferentes objetos, por ejemplo, limón, manzana, patata, ositos de gominola, nuez, hielo, tomate cherry, tapón de corcho, etc. En función de su densidad estará en una fase u otra.

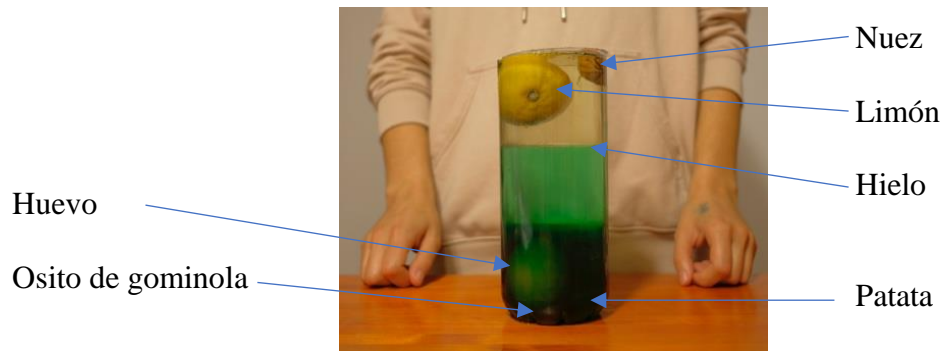


Figura 26: Realización del experimento.

Fuente: Elaboración propia

### 6.8.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

Los diferentes líquidos vertidos en el recipiente son inmiscibles, por lo cual, se separan en diferentes fases en función de su densidad.

Al lanzar un objeto, por estar en la Tierra, actúa sobre él la fuerza de la gravedad (peso,  $\vec{P}$ ) que hará que caiga hacia abajo. A su vez, por el Principio de Arquímedes, al estar sumergido en un fluido, experimentan una fuerza hacia arriba llamada fuerza de empuje  $\vec{E}$ . Estas dos fuerzas tienen la misma dirección y sentido opuesto. Puede suceder tres situaciones con el objeto:

CAE AL FONDO  
 $\vec{P} > \vec{E}$

EQUILIBRIO  
 $\vec{P} = \vec{E}$

FLOTA  
 $\vec{P} < \vec{E}$

Por norma general, el objeto tiende al equilibrio ( $P=E$ ) e irá cayendo hasta encontrar esta situación. Sin embargo, a veces ocurre que el objeto cae al fondo de una de las fases ( $P>E$ ) y flota sobre la superficie de la fase por debajo ( $P<E$ ).

El empuje es diferente en cada fase debido a que cada una tiene densidades diferentes. El empuje es mayor cuanto mayor sea su densidad es decir cuanto más abajo se encuentre en nuestro montaje.

$$\vec{E} = V_{objeto} \cdot g \cdot \rho_{fluido} \quad (7)$$

El peso depende de la masa del objeto, por lo tanto, cuanto más masa tenga el objeto más fuerza (peso) experimentará y más abajo caerá hasta alcanzar el equilibrio  $P=E$ .

Demostración matemática de que un objeto en equilibrio en el fluido tiene la misma densidad:

$$\vec{P} = \vec{E} \quad (8)$$

$$m_{objeto} \cdot g = V_{objeto} \cdot g \cdot \rho_{fluido} \quad (9)$$

$$\frac{m_{objeto}}{V_{objeto}} = \rho_{fluido} \quad (10)$$

$$\rho_{objeto} = \rho_{fluido} \quad (11)$$

- Sí  $\rho_{objeto} = \rho_{fluido}$ , el objeto se mantiene en equilibrio en el fluido.
- Sí.  $\rho_{objeto} > \rho_{fluido}$ , el objeto cae a otra fase.
- Sí  $\rho_{objeto} < \rho_{fluido}$ , el objeto flota en la fase.

- *Desarrollo de la metodología planteada*

Esta experiencia se plantea para realizarla tras haber explicado el principio de Arquímedes con el objetivo de consolidar y profundizar.

Antes del experimento

Se repasan las ideas previas ¿Si lanzo una piedra al agua creéis que se hundirá? ¿Si lanzo una hoja al agua creéis que se hundirá? A modo de introducción nos estamos dando cuenta que hay objetos que flotan, otros que se hunden y otros que tal vez reposen en el punto medio en función de la relación peso y del empuje.

Durante el experimento

Se piden voluntarios para que viertan los diferentes líquidos en el recipiente grande. Antes de echar cada líquido ¿Dónde se quedará? ¿Caerá al fondo? ¿Se mezclará con los otros líquidos? ¿Por qué se colocan en este orden los diferentes líquidos?

El experimento se puede realizar a modo de juego. Antes de que el estudiante lance el objeto, los alumnos deben adivinar a que altura caerá según su intuición. Para mantener el orden de la clase, es útil preguntar “¿Quién cree que el limón parará el aceite/agua/detergente?” y levantan la mano según su opinión. También pueden salir voluntarios a lanzar los objetos al recipiente.

Después del experimento

¿Podéis sacar alguna conclusión? Seguramente, contesten que es debido a la densidad, y es correcto. Sin embargo, es importante que profundicen sobre el fenómeno físico de empuje y peso, por lo tanto, se lanzan cuestiones para hacerles reflexionar ¿Qué fuerza creéis que actúa sobre los objetos al estar sumergidos en un fluido? ¿Veis alguna diferencia entre el limón y la patata que explique el por qué se queda una en el aceite y la otra baja hasta el agua?

Se analiza la relación  $E=P \rightarrow V_{objeto} \cdot g \cdot \rho_{fluido} = m \cdot g$  y se reflexiona. ¿En qué fluido el objeto experimenta más empuje?

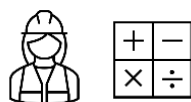
Si se ve que los alumnos parecen que lo comprender con facilidad se realiza un análisis matemático presente en el apartado fundamento teórico del experimento.

### 6.8.6. Actividad complementaria

Esta experiencia para casa permite trabajar de forma cuantitativa lo estudiado en la sesión.

¡LA HORA DEL RETO!

Experimenta y calcula



Toma un objeto cualquiera que tengas por casa (que no sea muy grande) y un recipiente graduado con agua. Plantea una hipótesis: ¿crees que tu objeto va a flotar, se va a mantener en equilibrio o cae el fondo del recipiente? Deja caer tu objeto al agua. ¿Has acertado?

¿Podrías demostrarlo matemáticamente?

¡Para un científico como tú está chupado!

1. Pesa tu objeto en una balanza ( $m_{objeto}$ ).
2. Con el recipiente graduado calcula el volumen del objeto por la diferencia de volúmenes.

$$V_{objeto} = V_{agua\ con\ objeto} - V_{agua}$$

3. Calcula la densidad del objeto.

$$\rho_{objeto} = \frac{m_{objeto}}{V_{objeto}}$$

4. Compara la densidad de tu objeto con la densidad del agua. ¿Flota? ¿Se mantiene en equilibrio? ¿cae al fondo?

Aquellos alumnos que sean capaces de intentarlo se le recompensará con la insignia de la Figura 27. Si algún alumno tiene dificultades se le ofrecerá ayuda y facilidades hasta que lo consiga.

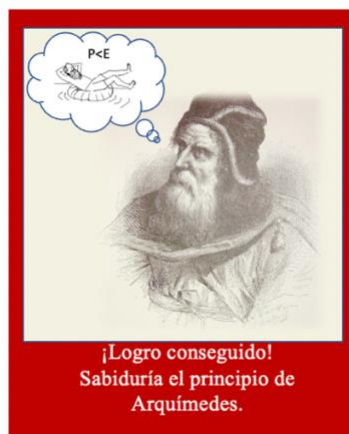


Figura 27. Insignia para la actividad complementaria “adivina la densidad”.

Adaptada de (Guillemin, 1882).

## 6.9. CONDUCTORES TÉRMICOS

### 6.9.1. Relación con el currículo

Esta práctica permite comprender de forma sencilla el concepto de capacidad calorífica. Además, permite observar cómo se transmite el calor y los efectos que tiene en los cuerpos (cambio de estado).

Tabla 12: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del experimento "conductores térmicos"

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<b>BLOQUE 3: La energía</b>		
<b>Efectos del calor sobre los cuerpos. Cantidad de calor transferido en cambios de estado.</b>  <b>Calor específico.</b> <b>Mecanismos de transmisión de calor.</b>	2.Reconocer que el calor y el trabajo son dos formas de transferencia de energía, identificando las situaciones en las que se produce.	2.1 Identifica el calor y el trabajo como dos formas de intercambio de energía, distinguiendo las acepciones coloquiales de estos términos del significado científico de los mismos.  2.2 Reconoce en qué condiciones un sistema intercambia energía en forma de calor o en forma de trabajo.
	4.Relacionar cualitativa y cuantitativamente el calor con los efectos que producen los cuerpos: variación de temperatura, cambios de estado y dilatación.	4.1 Describe las transformaciones que experimenta un cuerpo al ganar o perder energía, determinando el calor necesario para que se produzca una variación de temperatura dada y por un cambio de estado, representando gráficamente dichas transformaciones.  4.2 Calcula la energía transferida entre cuerpos a



		distinta temperatura y el valor de la temperatura al final aplicando el concepto de equilibrio térmico.
--	--	---

Fuente: ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### 6.9.2. Materiales

Materiales: dos velas, tres tapones de corcho o trozos de madera, alambre de hierro y de cobre que sean de tamaños y grosores semejantes.

### 6.9.3. Temporalización

El experimento se realiza en 5 minutos. Realizando la metodología planteada 15 minutos.

### 6.9.4. Desarrollo experimental

Se realiza el siguiente montaje:

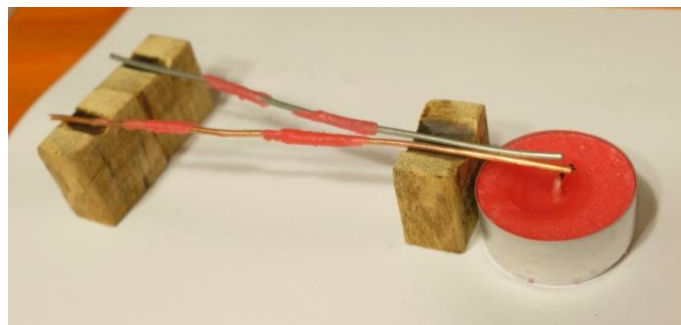


Figura 28. Montaje.

Fuente: Elaboración propia

Para adherir la cera a los alambres se derrite la cera y se le da forma deseada.

Se enciende la vela y se observa que ocurre.

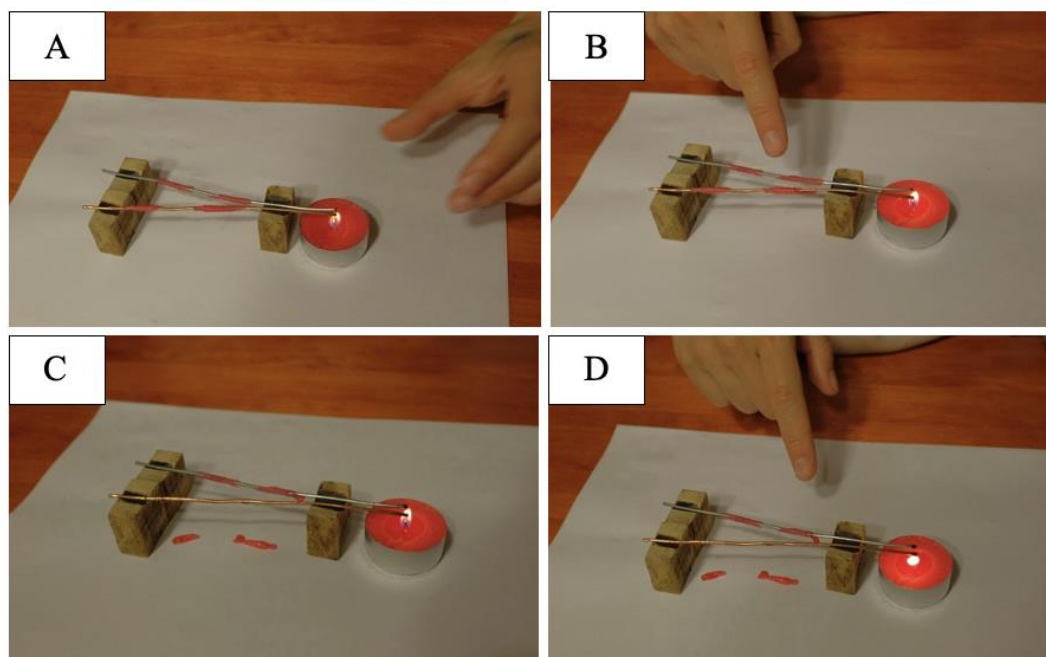


Figura 29. Secuencia temporal de la experiencia.

Fuente: Elaboración propia

### 6.9.5. Desarrollo del profesor

#### - Fundamento teórico del experimento

La vela trasfiere energía en forma de calor a la vara de hierro y de cobre. Las bolas de cera se derriten por el aumento de la temperatura de la vara sobre la cual se apoya. El cobre tiene mayor conductividad térmica que el hierro, es decir, transmite mejor el calor. Por esta razón, las bolas de cera de la vara de cobre se derriten antes que en la vara de hierro.

#### - Desarrollo de la metodología planteada

Se realiza la experiencia y al finalizar se intenta que los alumnos den una explicación a lo sucedido. Se irá analizando las transferencias de energía térmica desde la vela hasta que se derriten las bolitas de cera. ¿Dónde se ha derretido antes la cera, en el alambre de hierro o de cobre? Si se tocan ambos alambres se puede demostrar cómo el cobre está más caliente que el hierro. ¿Qué material conduce mejor el calor?

¿Qué hubiera pasado si uno de los tubos fuera más gruesos? ¿Y si en vez de alambre de cobre fuera del latón? En esta pregunta se acude al libro de texto para ver los calores específicos de cada material. ¿Los corchos se calientan? ¿Por qué?

### 6.9.6. Actividad complementaria

Tras la explicación es interesante realizar un problema (en clase o en casa) para consolidar el concepto de calor específico.

### ¡LA HORA DEL RETO!

Calcula



Calcular la energía térmica que se ha comunicado al alambre de hierro y al de cobre para derretir la cera.

1- Pesar ambas varas.

2- Calcula la energía térmica comunicada a las varas:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

¿Tiene sentido los resultados obtenidos con lo observado en el experimento?

Nota: Suponemos que la temperatura a la cual se derrite la cera son 42°C. El peso de los alambres de hierro y cobre es aproximadamente 1gramo.

CAPACIDADES CALORÍFICAS ESPECÍFICAS	
Sustancia	C (J/kg °C)
Hierro	447
Cobre	386

Aquellos que logren realizar la actividad o se hayan esforzado en su resolución y finalmente lo hayan entendido reciben la insignia correspondiente.



Figura 30. Insignia para la actividad complementaria “conductores térmicos”.

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta insignia es necesario comentar la diferencia entre el concepto científico de calor y concepto coloquial de calor. En esta imagen se refleja el uso coloquial de la palabra calor que no es consistente con el significado científico de la palabra. Según la termodinámica el calor es transferencia de energía térmica de cuerpos a diferente temperatura. El uso de las expresiones coloquiales está aceptado, además, no existen expresiones alternativas para referirnos a dicho significado (Alomá & Malaver, 2007).

## 7. EVALUACIÓN

### 7.1. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO

Para plantear la evaluación de los experimentos científicos en el aula, es necesario partir de los criterios de calificación de la asignatura. Supongamos que son: 70% pruebas escritas, 10% trabajo en clase, 10% informes de laboratorio y 10% cuestionarios de las experiencias científicas.

Se realizan **cuestionarios** de cada una de las experiencias científicas para comprobar el grado de adquisición de los contenidos en función de los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje establecidos en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la comunidad de Castilla y León. Hasta que entre en vigor las modificaciones de la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE), los estándares de aprendizaje tendrán carácter orientativo.

Constan de cinco preguntas aproximadamente y los tendrán disponible en el Aula Virtual tras realizar el experimento en clase. A modo de ejemplo, en el Anexo 1 se encuentra disponible un cuestionario correspondiente a la experiencia “Laboratorio en la cocina”. La nota media de los cuestionarios realizados pondera un 10% sobre la calificación de la asignatura en cada trimestre.

A través de estos cuestionarios se logra evaluar el grado de adquisición de los contenidos. Los alumnos tendrán un feedback instantáneo de aquellas que han respondido bien y mal. Al cabo de 24 horas, cuando el cuestionario se haya cerrado, tendrán disponibles las respuestas correctas con una breve explicación. A través de este cuestionario, el profesor conoce qué partes muestran más dificultad entre el alumnado para reforzarlas posteriormente.

Por otro lado, se hace una evaluación a través de la **observación directa**. La observación debe focalizarse en aspectos objetivos para que sea eficaz con los fines de evaluación (Castillo y Cabrerizo, 2010). En las experiencias científicas en el aula se observa la atención del alumnado, su participación en los experimentos y su participación oral resolviendo dudas planteadas y preguntando sus dudas. La evaluación de estos aspectos objetivos trae consigo aspectos más subjetivos como la motivación y el interés hacia la asignatura. Es necesario que aquellas actitudes y conductas que se tienen en consideración se repitan con regularidad para que la observación sea fiable. Esta evaluación entra dentro del 10% de la calificación final que hace referencia al trabajo en clase.

En las experiencias científicas se plantean diferentes **actividades complementarias y voluntarias**. Con el objetivo de generar motivación en su realización se puntuarán positivamente como incentivo. A la nota final de cada trimestre se le subirá un máximo de 0,5 puntos en función de cómo de bien las haya realizado.

## 7.2. EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

Al finalizar el curso se evalúa la práctica docente de los experimentos científicos realizados en el aula. A través de la reflexión y valoración de su puesta en marcha se generan propuestas de mejora. Para ello, se realiza una autoevaluación de la práctica docente a través de una rúbrica con indicadores de logro y una serie de ítems (Anexo 2). Además, el alumnado rellena un cuestionario evaluando al profesor (Anexo 3).

## 8. CONCLUSIONES

En este trabajo se han recopilado nueve experiencias de aula para la asignatura de Física y Química. Analizando y estudiando con rigor el currículo de la asignatura se ha logrado demostrar la posibilidad y la facilidad de trabajar los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizajes correspondientes a 4º curso de secundaria a través de estas experiencias.

Estas actividades buscan sorprender, atraer y divertir al estudiante, a la vez que facilitar la comprensión de los conocimientos. De esta forma, se trabaja el interés y la atención de los alumnos. Cualquier docente que lo desee dispone de este recurso didáctico para implementarlo en el aula reduciendo su tiempo de búsqueda.

Todas estas experiencias se pueden llevar a cabo con materiales de bajo coste, fáciles de adquirir y familiares para los estudiantes. Al llevar a cabo las experiencias, he sido consciente de las dificultades que supone. A veces, ciertos factores que no se tienen en consideración pueden alterar el resultado final. Por lo tanto, es fundamental que el docente realice las experiencias por su cuenta antes de llevarlas al aula. De esta manera, evita imprevistos y mejora la planificación del aula.

El punto clave de la metodología es el diálogo y el ceder protagonismo al alumno en el proceso enseñanza aprendizaje. Para ello se fomenta la participación del estudiante lanzando le preguntas que le hagan reflexionar, indagar, evocar y predecir fenómenos físicos químicos. Al exponer sus ideas desarrollan la capacidad argumentativa y pensamiento crítico. Además, se anima a que colaboren en la realización de las diferentes experiencias científicas. El objetivo es mantener a los alumnos con la mente activa para lograr un aprendizaje más significativo y eficaz. La participación del estudiante genera, así, un aprendizaje más comprometido, activo, autónomo y motivador.

Además, es importante que la atmósfera de trabajo sea amena y acogedora donde los alumnos se sientan a gusto con ganas de participar y de aprender. El error no debe estar mal contemplado, sino que es una ventaja de mejora constante.

Para potenciar la motivación se refuerza positivamente su buen trabajo a través de mensajes positivos orales, insignias y mejoras en la calificación. Además, los estudiantes tienen la posibilidad de realizar actividades voluntarias estimulando sus ganas de aprender.

Por último, la evaluación docente de las experiencias se lleva a cabo mediante rúbricas donde el profesor se autoevalúa y donde los alumnos evalúan al profesor. Por otro lado, la

evaluación del alumnado se basa en cuestionarios online, en la observación directa de su actitud y participación y en las actividades voluntarias.

En resumen, se ha cumplido con todos los objetivos marcados al inicio del proyecto.

- Se ha facilitado una recopilación de experiencias científicas aplicables en el aula para 4º curso para la enseñanza de la asignatura de Física y Química.
- Se ha demostrado que las experiencias científicas en el aula permiten trabajar los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje marcados por el currículum.
- Se ha comprobado que las experiencias científicas en el aula generan motivación en los estudiantes.
- La implementación de las experiencias científicas en el aula supone mayor compromiso, mayor atención e interés en el alumnado. Así como un aprendizaje más significativo y eficaz.
- La metodología implantada supone una mejora del aprendizaje frente a las metodologías más tradicionales.

Para concluir, me gustaría citar las palabras textuales pertenecientes a un discurso que dio B. Cossío (1882) en el Congreso Nacional Pedagógico, que refleja el gran objetivo que debe tener la educación.

Desarrollar la actividad, la espontaneidad y el razonamiento; estimular su iniciativa (...) hacer que sea no sólo partícipe, sino el principal actor de su propia educación; que bulla en él la vida; que todo le hable; que sienta el deseo de comprenderlo todo (...) No hay resultado positivo si el alumno no crea e investiga por sí. (...) El alumno es un investigador. (pp. 218-219)

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el Teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las ciencias*, 3(25), 387-400. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87934>
- Bona García, C. (2021). *Humanizar la educación*. Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.
- Bonat, M., Vázquez, A., Bueno, E., Oliva Martínez, J., Domínguez, J., Matos, J., & Acevedo Díaz, J. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 425-440. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/view/21992>
- Cascales Muñoz, F. J., Serrano Sánchez, C., & Toledo Valero, J. D. (Diciembre de 2014). Jugando a descubrir las características y propiedades de los gases. *Ciencia en el Aula-El CSIC en la Escuela*.
- Castillo Arredondo, S., & Cabrerizo Diago, J. (2010). *Evaluación educativa de aprendizajes y competencias*. Madrid: Pearson Educación, S.A. Recuperado de: <http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Evaluacion%20Educativa%20de%20Aprendizajes%20y%20Competencias%20-%20Santiago%20Castillo%20-%201ra%20Edicion.pdf>
- Comenio, J. (2012). *Didáctica Magna*. Akal. (Obra original publicada en 1632).
- Cossío, M. (1929). De su jornada (Fragmentos). (págs. 218-219). Madrid: Imprenta de Blas.
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., Sacristán, J. A., & (Coords). (2020). *Enseñando ciencia con ciencia, FECYT y Fundación Lilly*. Madrid: Penguin Random House. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Galán, L. C. (2020, 18 abril). Experimentos con el principio de Pascal [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=oAu3pTz5mAQ&list=PLN3kIDb48azZKBV1DI9ErnH6TMtzHXQ2T&index=11>
- González Aguado, M., Artigue Alonso, B., Lozano Martínez, M., Markina Galíndez, M., & Mendizábal Uliarte, A. (2018). *84 experimentos de química cotidiana en secundaria*. Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, SL.
- Guillemín, A. (1882). *El mundo físico: gravedad, gravitación, luz, calor, electricidad, magnetismo, etc.* Barcelona: Montaner y Simón [Ilustración].



- Heredia-Avalos, S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 89-103. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3884/3459>
- Kneller, G. (1992). *Portrait of Isaac Newton (1642-1727) [Retrato]*.
- Parra García, S. C. (2019). Aprendiendo desde la emoción. *Infancias Imágenes*, 2(18), 285-294. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/infancias/article/view/14532>
- Polanco Hernández, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5(2), 1-13. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44750219>
- Rábago Gómez, D. (2015). Las experiencias de cátedra y las ideas previas de los alumnos en la enseñanza de la Física. Universidad de Cantabria, Facultad de Educación, España. Recuperado de: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/6856/RabagoGomezDaniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Riffarth, M., & Leipzig, C. (1909). *Svante Arrhenius [Fotograbado]*.
- Rousseau, J. J. (1909). *Emilio o La Educación*. (Viñas, R., Trad) París: Garnier Hermanos, Libreros-Editores. (Obra original publicada en 1762).
- Tomás Serrano, A., & García Molina, R. (2015). *Experimentos de Física y Química en tiempos de crisis*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Recuperado de: <https://www.um.es/acc/wp-content/uploads/Experimentos-de-F%C3%ADsica-y-Qu%C3%ADmica-en-tiempos-de-crisis-web-ready-opt.pdf>
- Vázquez Dorrió, J., García, E., & González Fernández, P. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(1), 63-65. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21333>
- Velasco Maíllo, S., del Mazo Vivar, A., & Santos Sánchez, M. J. (2019). *Experimenta: 75 experimentos de Física con materiales sencillos para ESO y Bachillerato*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. (2015). Boletín Oficial de Castilla y León, 8 de mayo 2015, Núm. 86, pp. 32051 a 32478.

## 10.ANEXOS

### ANEXO 1

Cuestionario del experimento 1 “Laboratorio en la cocina” para subir a Moodle.

1. ¿Cómo se demuestra la ley de conservación de la masa?
  - a) Se pesan los reactivos y los productos y sus masas deben ser iguales.
  - b) Se pesan los reactivos y productos y sus masas deben ser múltiplos de dos.
  - c) Se pesa la masa del vinagre y la del CO<sub>2</sub>, sus masas deben ser iguales.

2. La ley de conservación de la masa se cumple:
  - a) Siempre
  - b) Nunca
  - c) Casi siempre

3. Relaciona el concepto de ácido y base con las definiciones que propuso Arrhenius (1859 - 1927).

ÁCIDO

Es toda sustancia que, en disolución acuosa, se disocia dando iones hidrógeno, H<sup>+</sup>.

BASE

Es toda sustancia que, en disolución acuosa, se disocia dando iones hidróxido, OH<sup>-</sup>.

4. El vinagre es una sustancia **ácida/básica** que reacciona con el bicarbonato de sodio que es una sustancia **ácida/básica** y ocurre la reacción de **neutralización/combustión/síntesis**.

5. El vinagre tiene un pH de 3. ¿Cuál es el pH del bicarbonato de sodio?
  - a) 1
  - b) 9
  - c) 7

## ANEXO 2

## Rúbrica para la autoevaluación del docente

CATEGORÍAS	INDICADORES DE LOGRO				
	MUY INSUFICIENTE 0 puntos	INSUFICIENTE 0.25 puntos	SUFICIENTE 0.5 puntos	NOTABLE 0.75 puntos	EXCELENTE 1 punto
<b>Planificación</b>	No he cumplido con la planificación marcada.	He cumplido menos de la mitad de la planificación marcada.	He cumplido la mitad de la planificación marcada.	He cumplido la mayoría de la planificación marcada.	He logrado cumplir la planificación marcada.
<b>Temporalización</b>	No he cumplido los tiempos marcados.	He cumplido menos del 50 % de los tiempos marcados.	He cumplido el 50 % de los tiempos marcados.	He cumplido la mayoría de los tiempos marcados.	He cumplido todos los tiempos marcados.
<b>Disponibilidad de los materiales</b>	He conseguido muy pocos materiales necesarios.	He conseguido menos de la mitad de los materiales necesarios.	He conseguido casi la mayoría de los materiales necesarios.	He conseguido la mayoría de los materiales necesarios.	He conseguido todos los materiales necesarios.
<b>Contenido</b>	No he trabajado el contenido marcado.	He trabajado menos de la mitad del contenido marcado.	He trabajado la mitad del contenido marcado.	He trabajado la mayoría del contenido marcado.	He trabajado todo el contenido marcado.
<b>Motivación (atención e interés de los alumnos)</b>	No he conseguido motivar a los alumnos.	He motivado a menos de la mitad de los alumnos.	He motivado a la mitad de los alumnos aproximadamente	He motivado a la mayoría de los alumnos.	He motivado a todos los alumnos.
<b>Participación en la realización de experiencias</b>	Los alumnos no desean realizar las experiencias.	Menos de la mitad de los alumnos desean realizar las experiencias.	La mitad de los alumnos desean realizar las experiencias.	La mayoría de los alumnos desean realizar las experiencias.	Todos los alumnos desean realizar las experiencias.
<b>Participación oral</b>	Ningún alumno participa oralmente.	Muy pocos alumnos participan oralmente.	La mitad de los alumnos participan oralmente.	La mayoría de los alumnos interactúan oralmente.	Todos los alumnos participan oralmente.

<b>Resolución de dudas</b>	Resuelvo las dudas de los alumnos.	He resuelto menos de la mitad de las dudas de los alumnos.	He resuelto la mitad de las dudas.	He conseguido resolver la mayoría de las dudas.	He conseguido resolver todas las dudas.
<b>Actividades complementarias</b>	Los alumnos no realizan las actividades complementarias.	Una minoría de los alumnos realizan algunas actividades complementarias.	La mitad de los alumnos realiza alguna de las actividades complementarias.	La mayoría de los alumnos realiza alguna de las actividades complementarias.	Los alumnos realizan las actividades complementarias.
<b>Clima en el aula</b>	No he conseguido controlar un clima adecuado en el aula.	He conseguido un clima adecuado en pocas sesiones.	He conseguido un clima de adecuado en la mitad de las sesiones.	He conseguido un clima adecuado en la mayoría de las sesiones.	He conseguido un clima adecuado en todas las sesiones.
<b>Seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje</b>	No he conseguido identificar las causas del fracaso.	He identificado las causas del fracaso en algunos alumnos y generado mejoras.	He identificado las causas del fracaso en suficientes alumnos y generado mejoras.	He identificado las causas del fracaso en la mayoría de los alumnos y generado mejoras.	He identificado las causas del fracaso para todos los alumnos y generado mejoras.

## Calificación de la rúbrica docente y propuesta de mejora

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORA</b>
<b>Planificación</b>		
<b>Temporalización</b>		
<b>Disponibilidad de los materiales</b>		
<b>Contenido</b>		
<b>Motivación</b>		
<b>Participación en la realización de experiencias</b>		
<b>Participación oral</b>		
<b>Resolución de dudas</b>		
<b>Actividades complementarias</b>		

---

<b>Clima en el aula</b>		
<b>Seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje</b>		

Total:  $x$ Nota:  $\frac{x}{11} \cdot 10 =$

## ANEXO 3

Cuestionario para la evaluación del docente por parte del alumnado

<b>Contesta con sinceridad: 1-nunca, 2-pocas veces, 3- casi siempre, 4-siempre.</b>				
<b>CATEGORÍAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. El profesor trae bien planificados los experimentos.				
2. El ritmo de trabajo es adecuado.				
3. Los experimentos permiten comprender mejor el contenido de la asignatura de física y química.				
4. El profesor explica con claridad el contenido relacionándolo con lo que ya sabemos.				
5. Siento que mi aprendizaje ha sido adecuado.				
6. Las clases con experimentos me parecen interesantes.				
7. El profesor aporta ejemplos de la vida cotidiana relacionados con el contenido de física y química.				
8. Los experimentos en el aula han aumentado mi interés en la asignatura.				
9. El profesor fomenta la participación en la realización de los alumnos en experimentos.				
10. Me siento cómodo en la participación de la realización de los experimentos.				
11. El profesor facilita la comunicación con los alumnos.				
12. Profesor fomenta la participación oral de los alumnos.				
13. Me siento cómodo en la participación oral.				
14. El profesor resuelve correctamente las dudas que le planteo.				
15. He tenido la confianza y libertad para preguntar mis dudas.				
16. Encuentro interesante las actividades complementarias.				
17. Las preguntas del examen relacionada con las experiencias científicas del aula se ajustan a lo explicado en clase.				
18. El profesor es respetuoso y atento con los alumnos.				
19. El profesor me ha informado previamente de los criterios y procedimiento de evaluación de la actividad de experimentos en el aula.				
<b>ASPECTOS POR MEJORAR:</b>				

