



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Propuesta de innovación educativa mediante el Aprendizaje Basado en Retos

Autor/es

SONIA MORENO INFANTES

Director/es

María Del Mar Zurbano Asensio

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario en Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2022-23



Propuesta de innovación educativa mediante el Aprendizaje Basado en Retos,
de SONIA MORENO INFANTES

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.

© El autor, 2023

© Universidad de La Rioja, 2023

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

Propuesta de innovación educativa mediante el Aprendizaje Basado en Retos

Proposal for educational innovation through Challenge-Based Learning

Autora: **Sonia Moreno Infantes**

Tutora: María del Mar Zurbano Asensio

MÁSTER:



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS
(ESPECIALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA)**

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2022/2023



**PROPUESTA DE
INNOVACIÓN EDUCATIVA
MEDIANTE EL
APRENDIZAJE BASADO
EN RETOS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL E
IDIOMAS: ESPECIALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA**

**ALUMNA: SONIA MORENO INFANTES
TUTORA UR: MARÍA DEL MAR ZURBANO ASENSIO
CURSO: 2022/2023**



ÍNDICE GENERAL

Resumen / Abstract

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	5
3. Objetivos.....	7
4. Marco teórico.....	9
4.1. Aprendizaje basado en retos (ABR).....	9
4.2. Contextualización de la materia.....	11
4.2.1. Saberes básicos.....	12
4.2.2. Objetivos de etapa.....	14
4.2.3. Competencias clave.....	15
4.2.4. Competencias específicas.....	16
4.2.5. Criterios de evaluación.....	18
5. Propuesta de intervención didáctica o aplicación práctica en el aula.....	21
5.1. Contextualización.....	21
5.2. Objetivos específicos.....	21
5.3. Descripción de la propuesta.....	22
5.4. Materiales y recursos utilizados.....	25
5.5. Temporalización y método de evaluación.....	26
5.6. Criterios de calificación.....	28
6. Discusión.....	33
7. Conclusiones.....	37
8. Referencias.....	39
9. Anexo.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Competencias generales trabajadas durante la elaboración del Trabajo Fin de Máster.....	7
Tabla 2. Competencias específicas trabajadas durante la elaboración del Trabajo Fin de Máster.....	8
Tabla 3. Análisis comparativo entre el Aprendizaje Basado en Proyectos, Problemas y Retos.....	10
Tabla 4. Rúbrica de la presentación del proyecto de investigación.....	27
Tabla 5. Criterios de evaluación asociados a los porcentajes de calificación asignados.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del Aprendizaje Basado en Retos (ABR).....	22
Figura 2. Infografía con los diferentes retos propuestos a los alumnos.....	23
Figura 3. Criterios de evaluación.....	28
Figura 4. Interfaz del programa GAUSS al añadir una nueva situación de aprendizaje.....	30
Figura 5. Selección del peso de cada uno de los criterios de evaluación con el programa GAUSS.....	31
Figura 6. Infografía acerca de la pirámide de aprendizaje de William Glasser..	35
Figura 7. Posible presentación sobre la solución al reto 1.....	43
Figura 8. Posible presentación sobre la solución al reto 2.....	44
Figura 9. Posible presentación sobre la solución al reto 3.....	45
Figura 10. Posible presentación sobre la solución al reto 4.....	46

RESUMEN

La presente memoria está dedicada a la explicación detallada de una propuesta de iniciación a la investigación educativa. Esta propuesta está encuadrada en la materia optativa Técnicas de Laboratorio, la cual se imparte en el cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Esta memoria recoge diferentes experimentos para abordar los diversos saberes básicos que contiene esta asignatura desde un punto de vista experimental, en el que se intentan conectar los conocimientos adquiridos a lo largo de esta asignatura con aspectos cotidianos de la vida como una alternativa didáctica, con el fin de facilitar el aprendizaje científico y la comprensión en esta área.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Basado en Retos, Química, Experimentación, LOMLOE.

ABSTRACT

The present report is dedicated to the detailed explanation of a proposal of initiation to educational research. This proposal is framed in the optional subject Laboratory Techniques, which is taught in the fourth year of Compulsory Secondary Education (ESO). This report collects different experiments to address the various basic knowledge contained in this subject from an experimental point of view, in which we try to connect the knowledge acquired throughout this subject with aspects of everyday life as a didactic alternative, in order to facilitate scientific learning and understanding in this area.

Keywords: Meaningful Learning, Chemistry, Challenge-Based Learning, Experimentation, LOMLOE.

1. INTRODUCCIÓN

La Química es una ciencia extremadamente compleja que permite comprender muchos de los hechos que ocurren en la naturaleza de una manera concisa y detallada; es por ello por lo que su valor educativo es de gran importancia (Rodríguez López, 2013).

El modelo de enseñanza tradicional en las asignaturas de ciencias se traduce en un aprendizaje basado, prácticamente en su totalidad, en la reproducción de los contenidos proporcionados por el docente, promoviendo en los estudiantes la memorización de contenido. Esta situación es contraria a los hallazgos establecidos en la *Teoría del Aprendizaje Significativo* de David Ausubel que se propuso por primera vez en el año 1963 (Ausubel, 1963), quien concibe al estudiante como un procesador activo de la información, debido a que la transforma y estructura, lo que resulta en un aprendizaje significativo en lugar de un aprendizaje memorístico.

Según Ausubel, la capacidad de aprendizaje de un estudiante depende de su estructura cognitiva previa, y de cómo esto se relaciona con la nueva información. La "estructura cognitiva" de una persona puede entenderse como el conjunto de conceptos e ideas que un individuo tiene en un determinado campo del conocimiento. Es crucial para el proceso de orientación del aprendizaje comprender la estructura cognitiva del alumno; esto va más allá de simplemente determinar la cantidad de información que posee, sino cuáles son los conceptos que es capaz de manejar. Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel brindan un marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permitan conocer la organización de la estructura cognitiva del estudiante, lo que permitirá una mejor orientación de la labor educativa. De esta manera, ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con "mentes en blanco" o que el aprendizaje de los alumnos comience de "cero", porque no es así. Los alumnos cuentan con una serie de experiencias y conocimientos que han ido adquiriendo a lo largo del tiempo, y que pueden ser aprovechados para su propio beneficio.

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos están relacionados con lo que el estudiante ya sabe de una manera sustancial y no arbitraria; es decir,

no al pie de la letra. Esto pone de manifiesto que es crucial tener en cuenta los conocimientos previos del estudiante durante el proceso educativo, de manera que se cree una conexión entre ellos y lo que necesita aprender. Por lo tanto, independientemente de cuanto significado potencial posea el material a ser aprendido, si la intención del estudiante es memorizar de una manera arbitraria y literalmente, tanto el proceso de aprendizaje como sus resultados serán mecánicos.

David Ausubel fue influenciado por los aspectos cognitivos de la teoría de Piaget, que fue pionero del constructivismo en psicología (Piaget, 1969). Él creía que al aplicar lo que ya saben y al interpretar nueva información y objetos, los niños desarrollan activamente su conocimiento del ambiente. En sus estudios, Piaget se centró principalmente en cómo aprenden los niños a medida que crecen. Las etapas de desarrollo identificadas por Piaget se organizan en cuatro períodos, cada uno de los cuales se subdivide en otras etapas.

1. Etapa sensorio-motora: para Piaget, ésta es la primera etapa del desarrollo cognitivo, y dura desde el momento del nacimiento hasta la aparición del lenguaje articulado en oraciones simples (alrededor de los dos años de edad). Esta etapa se caracteriza por el aprendizaje a través del contacto físico directo con el entorno.

2. Etapa preoperacional: según Piaget, la segunda etapa del desarrollo cognitivo aparece entre los dos y los siete años. En esta etapa, se comienza a desarrollar la capacidad de ponerse en el lugar de los demás, participar en juegos de roles, y utilizar objetos de carácter simbólico. Sin embargo, el egocentrismo todavía es generalizado en esta etapa, lo que hace que sea extremadamente difícil acceder a pensamientos y reflexiones relativamente abstractos.

3. Etapa de las operaciones concretas: a esta etapa, en la que se empieza a utilizar la lógica para llegar a conclusiones válidas, se accede entre los siete y los doce años. Esta etapa del desarrollo cognitivo se caracteriza por el uso de premisas que se relacionan con situaciones concretas en lugar de abstractas.

4. Etapa de las operaciones formales: esta última etapa de desarrollo cognitivo de Piaget comienza a surgir alrededor de los doce años, y dura toda la edad

adulta. Es durante este tiempo que uno desarrolla la capacidad de aplicar la lógica para llegar a conclusiones abstractas que están desconectadas de casos concretos experimentados de primera mano. Piaget también se refirió a esta etapa como "razonamiento hipotético-deductivo", ya que este tipo de razonamiento es crucial durante esta etapa de desarrollo.

Por otro lado, para comprender lo que ocurre dentro del aula, y poder así pronosticar unos buenos resultados, se puede hacer uso del modelo de Biggs o modelo 3P, Pronóstico, Proceso y Producto (Biggs, 1993).

Dentro del pronóstico, hay que fijarse en los papeles del profesor (el que toma las decisiones), estudiante (sobre el que se pone el foco de atención) y del contexto. En cuanto al profesorado, éste debería ser:

- Auténtico, lo que provoca credibilidad ante el alumnado.
- Sensible, es decir, que reconozca y comprenda todas las perspectivas; que sepa empatizar.
- Entusiasta, tiene que saber demostrar la pasión que tiene por lo que hace.
- Prudente, disposición para reflexionar y adecuar la conducta.

Al final, hay que pensar que el aprendizaje es intencional, por lo que la "última palabra" la tiene siempre el alumno; sin embargo, tener un profesor con las cualidades mencionadas anteriormente pueden ayudar a que éstos se sientan más o menos motivados.

En cuanto al estudiantado, hay diferentes rasgos que pueden condicionar la actividad didáctica:

- Rasgos personales (capacidades, conocimientos previos, motivación).
- Actuación estratégica (cognitiva, metacognitiva, afectiva).

Además de estos rasgos, también son vitales otros, como por ejemplo la edad, ya que no es lo mismo dar clase a jóvenes de 12 años, que a adolescentes en plena época de cambios de 17 años (Gaete, 2015).

Lo importante del estudiantado es que aprendan en las mejores condiciones posibles, sabiendo que todo conocimiento nuevo se construye a partir de otro anterior, es decir, que la ganancia de aprendizaje es el resultado obtenido menos los conocimientos previos que se tienen.

Otros factores personales internos importantes son la utilidad percibida (el alumno necesita ver la utilidad de lo que se le explica para interiorizarlo), y así ser más perseverante.

Finalmente, en cuanto al contexto, los factores que pueden influir en la calidad del aprendizaje son:

- Relacionados con el sistema educativo:

- Políticas educativas
- Legislación escolar
- Diseño curricular base

- Relacionados con el contexto familiar:

- Estructura
- Índice social, económico y cultural
- Variables afectivo-emocionales
- Participación en el centro escolar

2. JUSTIFICACIÓN

El Trabajo Fin de Máster es la última asignatura con la que concluye el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, especialidad en Física y Química, del actual curso académico 2022-2023. Según lo expuesto en la guía docente para la realización del Trabajo Fin de Máster, este trabajo debe demostrar los conocimientos y habilidades adquiridos durante el período de las prácticas correspondientes, así como en el resto de las materias abordadas a lo largo del mismo, tanto del módulo genérico como del específico.

Según la guía para la realización del TFM, hay dos modalidades posibles para su elaboración: la primera de ellas se fundamenta en la creación de una propuesta de innovación educativa a partir de la identificación de necesidades o posibilidades de mejora en el marco de la docencia en el aula, mientras que la segunda consiste en el diseño de un proyecto de investigación educativa (pudiendo ser cuantitativa, cualitativa o una mezcla de ambas) que aborde un aspecto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad.

Con la entrada en vigor de la nueva ley educativa, Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), las metodologías de aula utilizadas deberían ser reestructuradas, replanteadas y modificadas para poder adaptarse así a las nuevas condiciones expuestas en la reforma educativa, y en beneficio de los estudiantes y del propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

La educación actual debería enfatizar el aprendizaje independiente, el trabajo en equipo y el uso de técnicas de investigación e indagación que acerquen el mundo real a los estudiantes, además de ayudarles a lograr un aprendizaje significativo (Castillo, Ramírez, & González, 2013). Es por todo ello, y a través de este trabajo, que se propone una estrategia didáctica innovadora basada en la metodología del Aprendizaje Basado en Retos (ABR), que trate de fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes, además de promover el autoconocimiento y el trabajo colaborativo.

El proyecto presentado en esta memoria está encuadrado en el Decreto 42/2022, de 13 de julio (BOR Núm. 135 de 15 de julio de 2022), por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

El hecho de realizar demostraciones experimentales en las aulas puede ser una gran idea a la hora de tratar de divulgar la ciencia a los alumnos, ya que consiguen relacionar los contenidos teóricos con lo que ven experimentalmente, e incluso poder asemejarlo con aspectos cotidianos del día a día que ocurran a su alrededor (Aguilar Muñoz, Fernández Tapia, & Durán Torres, 2011). Esto es de suma importancia, ya que los alumnos consideran las asignaturas de ciencias por lo general bastante complicadas, y sin utilidad en su día a día.

Es por ello por lo que se realiza esta propuesta educativa, para poder fomentar en los alumnos la pasión por la ciencia, y motivarles a estudiar la ciencia desde otro punto de vista, y no simplemente desde la estrategia memorística. Entender los procesos físico-químicos que ocurren en la naturaleza puede proporcionarles a los alumnos herramientas necesarias para el día a día.

3. OBJETIVOS

A la vista de estos antecedentes, la principal finalidad de este Trabajo de Fin de Máster (TFM) es el diseño de una propuesta innovadora y original que cause un impacto positivo en el alumnado que cursa esta materia, y les acerque de una manera más significativa al área de la química. Por todo esto, los objetivos de esta memoria podrían dividirse en dos, unos generales del TFM propiamente dichos, y otros específicos dirigidos expresamente a los alumnos a los cuales se les propone la resolución de diferentes retos relacionados con la química:

Objetivos generales:

- Trabajar las competencias adquiridas durante el Máster, poniendo especial interés en las siguientes competencias generales expuestas en la Guía para la elaboración del Trabajo Fin de Máster (tabla 1).

Tabla 1. Competencias generales trabajadas durante la elaboración del TFM.

	Descripción de las competencias generales
CG04	Concretar el currículo que se vaya a implantar en un centro docente participando en la planificación colectiva del mismo; desarrollar y aplicar metodologías didácticas, tanto grupales como personalizadas, adaptadas a la diversidad de los estudiantes.
CG05	Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible.
CG08	Diseñar y realizar actividades formales y no formales que contribuyan a hacer del centro un lugar de participación y cultura en el entorno donde esté ubicado; desarrollar las funciones de tutoría y de orientación de los estudiantes de manera colaborativa y coordinada; participar en la evaluación, investigación y la innovación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
CG09	Conocer la normativa y organización institucional del sistema educativo y modelos de mejora de la calidad con aplicación a los centros de enseñanza.
CB7	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB9	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

- Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante este Máster para la elaboración de un trabajo de investigación mediante el aprendizaje basado en retos.

- Trabajar las diferentes competencias específicas adquiridas durante el Máster, poniendo especial interés en las siguientes expuestas en la Guía para la elaboración del Trabajo Fin de Máster (tabla 2).

Tabla 2. Competencias específicas trabajadas durante la elaboración del Trabajo Fin de Máster.

	Descripción de las competencias específicas
CE17	Transformar los currículos en programas de actividades y de trabajo.
CE18	Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales educativos.
CE26	Adquirir experiencia en la planificación, la docencia y la evaluación de las materias correspondientes a la especialización.
CE27	Acreditar un buen dominio de la expresión oral y escrita en la práctica docente.
CE28	Dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia.
CE29	Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación a partir de la reflexión basada en la práctica.

Objetivos específicos:

- Involucrar activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno.

- Conseguir en los alumnos una comprensión más profunda de los temas.

- Potenciar la creatividad, la colaboración, la comunicación, la resolución de problemas y el pensamiento crítico en el alumnado.

- Conseguir una educación más activa y práctica.

- Promover el trabajo en equipo y fomentar la diversidad.

- Fortalecer la conexión entre lo que los estudiantes aprenden en la escuela y lo que perciben del mundo que los rodea.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Aprendizaje basado en retos (ABR)

El Aprendizaje Basado en Retos es una metodología activa que consiste en el planteamiento de un problema a los estudiantes (Observatorio de Innovación Educativa, 2015). Este problema se caracteriza por tener cierto grado de complejidad, de carácter real y conectado con el entorno cercano, como pueden ser el centro escolar, el barrio, o incluso la ciudad. A partir de este reto o punto de partida, los estudiantes deben abordar el problema que se les ha planteado con una actitud crítica, reflexiva, cívica, social y organizada para ser capaces de encontrar la mejor solución.

El Aprendizaje Basado en Retos es un enfoque pedagógico que se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia, y demanda una perspectiva del mundo real porque sugiere que el aprendizaje involucra el hacer o actuar del alumno sobre un tema de estudio (Vargas Sánchez, 2021).

El Aprendizaje Basado en Retos tiene algunos elementos comunes con técnicas de aprendizaje activo como el Aprendizaje Basado en Problemas y el Aprendizaje Basado en Proyectos. La relación que guarda con el Aprendizaje Basado en Problemas es que este último es una técnica de enseñanza-aprendizaje colaborativa en la que se plantea una situación problemática relacionada con el entorno físico o social. Por otro lado, con respecto a las similitudes con el Aprendizaje Basado en Proyectos, ambos involucran a los estudiantes en problemas del mundo real y los hacen partícipes del desarrollo de soluciones específicas

La distinción principal entre ABR y estas otras metodologías activas es el hecho de que el problema o desafío que se presenta es real, y su solución requiere acciones concretas. No se trata, por lo tanto, de una cuestión ficticia diseñada para trabajar en el aula. En la tabla 3 se presenta un contraste de las principales características de las tres técnicas didácticas mencionadas anteriormente (tabla sacada del informe de *EDU Trends*: (Observatorio de Innovación Educativa, 2015)).

Tabla 3. Análisis comparativo entre el Aprendizaje Basado en Proyectos, Problemas y Retos (Observatorio de Innovación Educativa, 2015).

Técnica / característica	Aprendizaje Basado en Proyectos	Aprendizaje Basado en Problemas	Aprendizaje Basado en Retos
Aprendizaje	Los estudiantes construyen su conocimiento a través de una tarea específica (Swiden, 2013).	Los estudiantes adquieren nueva información a través del aprendizaje autodirigido en problemas diseñados (Savin Baden & Howell Major, 2004).	Los estudiantes trabajan en problemáticas reales, para desarrollar un conocimiento más profundo. Es el propio reto lo que detona la obtención de nuevo conocimiento.
Enfoque	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y predefinida, para la cual se demanda una solución.	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y normalmente ficticia, para la cual no se requiere una solución real (Larmer, 2015).	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y abierta, para la cual se demanda una solución real.
Producto	Se requiere que los estudiantes generen un producto, presentación, o ejecución de la solución (Larmer, 2015).	Se enfoca más en los procesos de aprendizaje que en los productos de las soluciones.	Se requiere que estudiantes creen una solución que resulte en una acción concreta.
Proceso	Los estudiantes trabajan con el proyecto asignado de manera que su abordaje genere productos para su aprendizaje (Moursund, 1999).	Los estudiantes trabajan con el problema de manera que se ponga a prueba su capacidad de razonar y aplicar su conocimiento para ser evaluado.	Los estudiantes analizan, diseñan, desarrollan y ejecutan la mejor solución para abordar el reto en una manera que ellos y otras personas pueden verlo y medirlo.
Rol del profesor	Facilitador y administrador de proyectos.	Facilitador, guía, tutor o consultor profesional (S. Barrows & M. Tamblyn, 1980).	Coach, coinvestigador y diseñador (Baloian, Hoeksema, & Milrad, 2006).

Una experiencia didáctica en la que se emplee el Aprendizaje Basado en Retos suele estar compuesta por una serie de fases o etapas claramente diferenciables:

1. Elección del tema: se plantea un tema interesante de forma consensuada entre el profesor y los alumnos de clase, cuya resolución suponga un reto para el alumnado. En esta primera etapa, puede sugerirse un tema más o menos genérico.

2. Lluvia de ideas (o *brainstorming* del inglés): puesta en común con los alumnos, donde estos pueden formular preguntas y sugerir propuestas e ideas. De este modo, se perfila y acota el tema hasta llegar a un reto concreto cercano a los chicos y chicas.

3. Búsqueda de soluciones: los alumnos y alumnas deben encontrar una solución factible y eficaz al reto planteado realizando la investigación previa y acciones requeridas, como la realización de los experimentos necesarios para dar con la solución.

4. Exposición del trabajo: se presentan los resultados al resto de los compañeros, así como al profesor, ya sea en el aula, el centro escolar o, incluso, en alguna dependencia del barrio, como un centro de cultura. Para conseguir una mayor difusión, se puede grabar un vídeo o crear un blog en Internet para que más gente pueda tener acceso a ello.

5. Evaluación: el trabajo de los alumnos es evaluado, pudiéndose optar por sistemas de coevaluación y autoevaluación.

4.2. Contextualización de la materia

Dado que la ciencia se considera un componente crucial de la formación fundamental para la ciudadanía, los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria deben tener una base sólida en la materia. De esta forma, la asignatura Técnicas de Laboratorio, que está a disposición de todos los alumnos de cuarto de ESO, pretende acercar la ciencia a los alumnos aplicando el método científico (Heredia Avalos, 2005).

Si bien se comprende y aprecia el papel que desempeñan la ciencia y sus métodos en el bienestar de la sociedad, el conocimiento científico, por otro lado, permite que las personas tomen más control de sus vidas y mejoren su salud.

Dado que propone utilizar el método científico como hilo conductor en torno al cual se distribuyen las competencias específicas y los criterios de evaluación adecuados, esta asignatura se enmarca claramente en las denominadas disciplinas STEM, que se corresponde con las siglas de los términos (en inglés) Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

De esta manera, esta asignatura se presenta como una materia optativa con un enfoque principalmente práctico, que tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con el uso de herramientas y trabajo de laboratorio, medición, composición, manipulación de sustancias y otras técnicas prácticas de investigación (Aguilar Muñoz, Fernández Tapia, & Durán Torres, 2011). También tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a comprender el valor del trabajo manual y técnico, generar confianza y la capacidad de intervenir en situaciones laborales del mundo real, y comprender cómo sus valores y conjuntos de habilidades se relacionan con diversas trayectorias profesionales (Álvarez Herrero & Valls Bautista, 2019). Para asegurarse de que el trabajo se realiza correctamente, los estudiantes deben ser informados de los procedimientos de seguridad en el laboratorio. Para asegurar la conservación del medio ambiente, también parece fundamental que aprendan a gestionar los residuos producidos durante la realización de la práctica de laboratorio.

4.2.1. Saberes básicos

Los saberes básicos que se recogen en el Decreto 42/2022 correspondientes a la asignatura Técnicas de Laboratorio, y que son los que se van a tratar durante el curso académico, son los que se muestran a continuación:

A) El trabajo en el laboratorio

- Conocimiento de normas de seguridad básicas en el laboratorio y manejo de reactivos y sustancias acorde a las advertencias de los pictogramas de seguridad y salud laboral.

- Reconocimiento del material de laboratorio y su ubicación.

- Aplicación del método científico en el trabajo en el laboratorio.

- Toma y análisis de datos experimentales a través de tablas y gráficos.

- Comunicación de resultados y conclusiones obtenidas empleando distintos formatos como comunicaciones orales, pósteres o presentaciones.

B) Medida de magnitudes y propiedades

- Magnitudes y su medida.

- Errores experimentales: Estimación del error de una medida. Cifras significativas.

- Medidas de magnitudes básicas: medida de longitudes. Medida de masas. Medida de volúmenes de sólidos regulares e irregulares y de fluidos. Medidas directas e indirectas de densidades. Medida de temperaturas. Medida de magnitudes eléctricas.

C) Técnicas de mezcla y separación de sustancias

- Disoluciones: concentración, velocidad de disolución, solubilidad, técnicas de preparación de disoluciones de concentración conocida.

- Técnicas de separación de mezclas y disoluciones, como filtración, destilación, cromatografía, centrifugación, decantación.

- Aplicación de algunas técnicas instrumentales a la identificación y análisis de sustancias.

D) Técnicas relacionadas con reacciones químicas

- Estudio y clasificación de distintos tipos de reacciones químicas a través del análisis de los cambios observados o los reactivos y productos implicados, incluyendo reacciones de combustión, reacciones heterogéneas que involucren gases o precipitados y reacciones ácido-base.

- Análisis de los factores que afectan a la velocidad de las reacciones químicas.

- Realización de experimentos que pongan de manifiesto el carácter exotérmico o endotérmico de una reacción.

- Empleo de volumetrías como herramienta para averiguar la concentración de una sustancia, escogiendo el indicador adecuado en función del tipo de reacción empleada y la naturaleza de los reactivos.

- Síntesis de sustancias químicas: Síntesis y aislamiento de un producto químico (una sal, un polímero, etc.).

- Electroquímica: Obtención de una pila (pila Daniell). Electrolisis (obtención de hidrógeno, electrodeposición).

E) Técnicas experimentales en Física

- Realización de medidas experimentales relacionadas con la mecánica clásica para estudiar el movimiento de cuerpos y las fuerzas implicadas.

- Análisis de las propiedades térmicas de un material incluyendo el calor específico o la dilatación.

- Determinación de propiedades eléctricas y magnéticas mediante medidas en un circuito eléctrico, la interacción entre cuerpos cargados y experiencias con imanes.

- Medida experimental de propiedades ópticas como el índice de refracción y creación de dispositivos ópticos sencillos.

F) Proyecto de investigación

- Recopilación de información sobre un tema de actualidad relacionado con la ciencia.

- Presentación y defensa del proyecto de investigación en la clase.

4.2.2. Objetivos de etapa

Los objetivos de etapa generales de la ESO (recogidos en el Artículo 7 del Decreto 42/2022, de 13 de julio) relacionados con esta propuesta educativa son:

b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Desarrollar las competencias tecnológicas básicas y avanzar en una reflexión ética sobre su funcionamiento y utilización.

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.

4.2.3. Competencias clave

Por otro lado, las competencias clave que se recogen en el Perfil de salida son la adaptación al sistema educativo español de las competencias clave establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea. De esta manera, las competencias clave que se pretenden desarrollar con la realización de esta propuesta educativa vienen recogidas a continuación:

- Competencia en comunicación lingüística: la competencia en comunicación lingüística supone interactuar de forma oral, escrita, signada o multimodal de manera coherente y adecuada en diferentes ámbitos y contextos y con diferentes propósitos comunicativos.

- Competencia plurilingüe: la competencia plurilingüe implica utilizar distintas lenguas, orales o signadas, de forma apropiada y eficaz para el aprendizaje y la comunicación.

- Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería: la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés) entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible.

- Competencia digital: la competencia digital implica el uso seguro, saludable, sostenible, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje, para el trabajo y para la participación en la sociedad, así como la interacción con estas.

- Competencia personal, social y de aprender a aprender: la competencia personal, social y de aprender a aprender implica la capacidad de reflexionar sobre uno mismo para autoconocerse, aceptarse y promover un crecimiento personal constante; gestionar el tiempo y la información eficazmente; colaborar con otros de forma constructiva; mantener la resiliencia; y gestionar el aprendizaje a lo largo de la vida.

- Competencia emprendedora: la competencia emprendedora implica desarrollar un enfoque vital dirigido a actuar sobre oportunidades e ideas, utilizando los conocimientos específicos necesarios para generar resultados de valor para otras personas.

4.2.4. Competencias específicas

Una vez seleccionadas las competencias clave que se van a abordar a lo largo de esta asignatura, las competencias específicas que se van a trabajar son las que se muestran a continuación.

- Competencia específica 1. Observar y recabar información de los fenómenos físico-químicos que rodean al observador y plantear preguntas sobre por qué el fenómeno ocurre, o su relación con otros fenómenos y explicarlos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas para resolver problemas cotidianos con el fin de mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana. El desarrollo de esta competencia específica requiere plantearse preguntas para llegar a conocer la naturaleza, cuáles son las interacciones que se producen en ella y determinar sus causas y sus consecuencias. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4.

- Competencia específica 2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formular hipótesis para explicarlas y demostrar dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas. El alumnado que desarrolla esta competencia debe observar los fenómenos, formular hipótesis y aplicar la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias para comprobarlas y predecir posibles cambios. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de Salida: CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CPSAA4, CE1.

- Competencia específica 3. Desarrollar destrezas relacionadas con el trabajo en el laboratorio elaborando procedimientos y normas de trabajo, teniendo como premisa la seguridad en la experimentación y sistematizando los procesos para obtener resultados fiables que aporten información veraz y contrastable. El alumnado debe identificar los pictogramas, las frases de riesgo y las normas de actuación que aparecen en las etiquetas de los productos químicos. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de

Salida: CCL1, CCL3, STEM2, STEM3, STEM4, STEM5, CD2, CPSAA3, CPSAA4, CE1.

- Competencia específica 4. Manejar adecuadamente la información obtenida en el laboratorio, anotando los datos necesarios durante la experimentación y analizándolos posteriormente para elaborar tablas y gráficas que presenten la información en formatos similares a aquellos empleados en el ámbito científico-tecnológico. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de Salida: CCL1, STEM1, STEM4, CD2, CD3, CPSAA4, CE3.

- Competencia específica 5. Elaborar y presentar informes de prácticas en diferentes formatos analizando los resultados procesados tras las distintas experiencias y obtener conclusiones de los mismos de manera crítica y creativa. El alumnado deberá, de forma crítica y reflexiva, tener la capacidad de extrapolar sus conclusiones finales a otros contextos para comprender la importancia de los conocimientos que hayan adquirido. Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de Salida: CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA1, CE1.

4.2.5. Criterios de evaluación

Por último, los criterios de evaluación asociados a cada competencia específica son los siguientes:

1. Competencia específica 1.

1.1. Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes, explicarlos en términos de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas y expresarlos empleando la argumentación, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.2. Resolver los problemas fisicoquímicos que se le plantean utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar la(s) solución(es) y expresando adecuadamente los resultados.

1.3. Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en

particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad.

2. Competencia específica 2.

2.1. Emplear las metodologías propias de la ciencia para identificar y describir fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.

2.2. Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, para diseñar estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

2.3. Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas para formular cuestiones e hipótesis de manera informada y coherente con el conocimiento científico existente y diseñar los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas.

3. Competencia específica 3.

3.1. Desarrollar hábitos de orden y limpieza en el laboratorio aplicando las normas de seguridad e interpretar adecuadamente los guiones de prácticas.

3.2. Utilizar correctamente los instrumentos de medida y aparatos de laboratorio y desarrollar hábitos y destrezas propios del trabajo de prácticas.

3.3. Colaborar adecuadamente con los compañeros de equipo en el desarrollo de la práctica, en la toma de datos y en la elaboración correcta del informe de prácticas y del cuaderno de laboratorio.

4. Competencia específica 4.

4.1. Identificar y anotar con precisión todos los datos necesarios para evaluar de manera crítica y objetiva los fenómenos observados en el laboratorio.

4.2. Procesar la información recabada transformando los datos obtenidos en información útil que pueda dar respuesta a las hipótesis planteadas.

4.3. Elaborar tablas y gráficas con exactitud, aportando en cada una de las figuras toda la información relevante e interpretando los resultados que se presenten en estos formatos.

5. Competencia específica 5.

5.1. Elaborar y presentar un informe de prácticas que disponga de todos los apartados que requiere un informe de carácter científico (título de la práctica, objetivos, fundamento teórico, material utilizado, procedimiento experimental, resultados obtenidos y conclusiones).

5.2. Utilizar un vocabulario propio de la materia, así como los sistemas de notación y representación propios del trabajo científico, pudiendo emplearse, además, las tecnologías de la información y la comunicación en el tratamiento de la información y en la presentación de resultados y conclusiones.

5.3. Buscar y utilizar distintas fuentes de información, seleccionando e interpretando datos, de manera que puedan planificar y extraer conclusiones de las experiencias de laboratorio, haciendo uso de las TIC y sus posibilidades interactivas y colaborativas.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA O APLICACIÓN PRÁCTICA EN EL AULA

5.1. Contextualización

La idea de este trabajo es que los alumnos, una vez hayan visto los saberes básicos desde el A hasta el E, utilicen todo ese conocimiento teórico para dar solución a diferentes retos que se les van a proponer, dentro del saber básico F) Proyecto de investigación.

Para ello, se va a dividir a los alumnos en grupos de 4 o 5 estudiantes de manera que todos los grupos sean lo más homogéneos posibles entre sí. De esta forma, se promueve el trabajo colaborativo y la diversidad dentro de cada uno de los grupos, además de atender a las diferencias individuales.

5.2. Objetivos específicos

Esta propuesta educativa tiene como objetivo principal la adquisición de conocimientos del alumnado a partir de una metodología innovadora, el Aprendizaje Basado en Retos. Siendo éste el objetivo principal, los objetivos más específicos son:

- Favorecer el aprendizaje significativo dentro del alumno.
- Sensibilizar a los alumnos ante una situación dada.
- Promover el trabajo en grupo.
- Acercar al alumnado a la realidad de su comunidad.
- Aumentar la motivación de los estudiantes.
- Favorecer la autonomía personal.
- Trabajar todas las competencias clave.

5.3. Descripción de la propuesta

En el siguiente apartado se detalla cómo se van a desarrollar las diferentes etapas del proyecto y con qué temporalización. Las seis etapas en las que se divide el Aprendizaje Basado en Retos y, por tanto, este proyecto, se muestran en la figura 1.

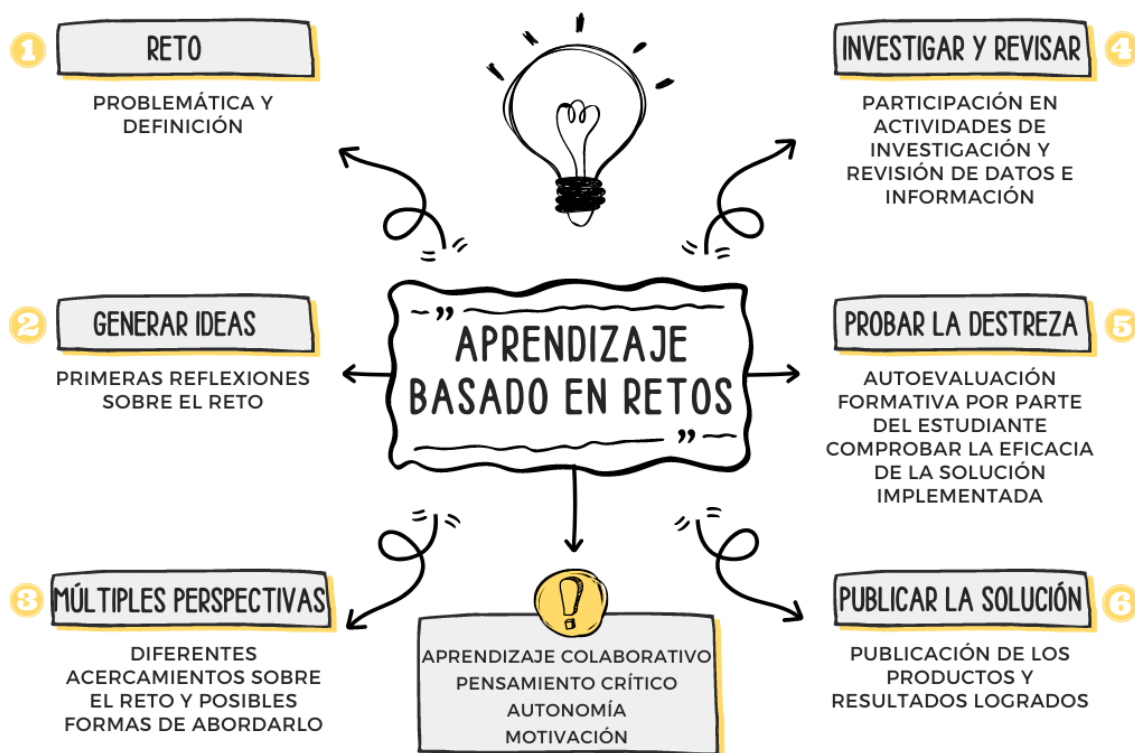


Figura 1. Etapas del Aprendizaje Basado en Retos (ABR).

Una vez se haya terminado la última unidad didáctica del saber básico E, se dará paso al proyecto de investigación que tienen que llevar a cabo los alumnos para poder superar la asignatura.


Este trabajo de investigación consiste en la elección de uno de los diferentes retos que se van a proponer (figura 2), y mediante el Aprendizaje Basado en Retos, conseguir dar una solución al problema, y exponerlo al resto de los compañeros, demostrando experimentalmente que la solución que se ha encontrado para ese reto es la correcta.

Además, mediante este proyecto de investigación, también se trabaja el cuarto de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), Educación de calidad,


cuyo objetivo es garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

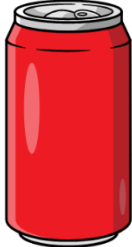
1
¿CÓMO LANZAR UN HUEVO DESDE UNA CIERTA ALTURA SIN QUE SE ROMPA?




2
¿CÓMO CONVERTIR EL AGUA EN HIELO EN MENOS DE UN MINUTO?



3
¿CÓMO ABRIR UNA LATA DE REFRESCO DESDE DENTRO?



4
¿CÓMO HACER QUE UNA VELA SIGA ARDIENDO BAJO EL AGUA?



La infografía presenta cuatro retos de investigación en un diseño de cuadrícula. El título principal 'PROYECTO DE INVESTIGACIÓN' está en la parte superior. Los retos están numerados del 1 al 4. El reto 1 trata sobre lanzar un huevo sin romperlo. El reto 2 trata sobre convertir agua en hielo rápidamente. El reto 3 trata sobre abrir una lata de refresco desde dentro. El reto 4 trata sobre hacer que una vela siga ardiendo bajo el agua. Hay un ícono de un signo de exclamación en un engranaje entre los retos 3 y 4. Hay un ícono de un gráfico de barras con una flecha ascendente en la parte inferior central. Hay un ícono de un frasco de laboratorio en la parte inferior derecha.

Figura 2. Infografía con los diferentes retos propuestos a los alumnos.

Cada uno de los grupos deberá elegir uno de los cuatro retos, y trabajar durante las tres semanas que dura este proyecto en encontrar la solución a ese problema específico. La idea de este proyecto es que, al ser un trabajo en equipo, puedan llevarlo a cabo durante las clases de esta asignatura, y no sea necesario que tengan que emplear horas extra en ello.

La solución a la que los alumnos deben llegar en los cuatro retos que se les presentan como proyecto de investigación se muestra de manera más detallada en el Anexo de esta memoria (apartado 9).

A modo de ejemplo, se presenta a continuación el proceso por el cual se consigue llegar a la solución del primer reto.

Una vez elegido el reto sobre “¿cómo lanzar un huevo desde una cierta altura sin que se rompa?”, el docente proporcionará al alumno material con información relacionada para que los alumnos tengan un punto de partida. Para este reto en concreto, el docente les repartirá un artículo de la revista estadounidense *Daily Press*, en el que un exingeniero de la NASA, y actual Youtuber, consigue lanzar un huevo desde el espacio y que éste llegue a la Tierra sin que se rompa (Daily Press, 2022). Tras la lectura de este artículo, los alumnos podrían pensar que la solución a este reto es tan simple como repetir el mismo procedimiento, y envolver el huevo de tal forma que al impactar contra el suelo, éste no sufra algún daño. Sin embargo, con esta solución no estarían haciendo uso de los saberes básicos tratados anteriormente en esta asignatura.

Por otro lado, también se les daría otros dos artículos digitales relacionados con este tema; el primero de ellos habla sobre el Mar Muerto, y por qué en este mar en concreto es imposible hundirse (National Geographic, 2021). El segundo artículo trata sobre el concepto del principio de Arquímedes, y su relación con el Mar Muerto (La Pizarra de la Ciencia, 2012).

En estos dos últimos artículos se mencionan los conceptos de densidad y volumen en fluidos, los cuales se han visto a lo largo del saber básico B) Medida de magnitudes y propiedades. Además, el hecho de que el Mar Muerto sea el mar donde mayor proporción de sal hay habla de otro concepto como es la concentración, que se trata en el saber básico C) Técnicas de mezclas y separación de sustancias.

Con toda esta información, junto con la que los propios alumnos puedan encontrar en los medios digitales, deberían llegar a la conclusión de que si se introduce el huevo en una suspensión salina de alta concentración, esto no permitiría que el huevo se hundiese; por lo tanto, si se lanza este huevo dentro de una bolsa cerrada con una mezcla de agua y sal, al impactar contra el suelo, el huevo debería permanecer en la superficie del fluido, y no sufrir daño alguno.

5.4. Materiales y recursos utilizados

El diseño de este proyecto supone recursos y/o materiales que, *a priori*, son relativamente fáciles de conseguir por parte del docente y de los alumnos. En primer lugar, dado que el proyecto es básicamente un trabajo de investigación, se ha asumido que cada estudiante dispone de un dispositivo electrónico tal como un ordenador portátil para poder llevar y utilizar en clase. En caso de que no todos ellos dispongan de un ordenador, se podrá hacer uso del aula de informática que dispone el centro educativo siempre que el espacio esté disponible, o incluso compartir estos dispositivos electrónicos entre los integrantes del grupo durante la clase. Por otro lado, el profesor también proporcionará información acerca de estos retos de manera impresa a cada uno de los grupos.

En cuanto a la presentación de la solución, se propone que los alumnos preparen una exposición oral en la que expliquen el fundamento del reto, y en cómo han llegado a la solución, apoyándose en una presentación digital que se proyectará simultáneamente con su exposición. También se pide que, en caso de ser posible, se realice el experimento *in situ* frente al resto de compañeros para demostrarlo; sin embargo, en caso de que, por razones de espacio y seguridad, no pueda llevarse a cabo el experimento dentro del aula, los alumnos incluirán en la presentación digital un vídeo en el que se hayan grabado previamente realizando el experimento correspondiente. Con esto se pretende que todos los alumnos, y no simplemente los correspondientes a ese grupo, vean por ellos mismos la resolución experimental de los cuatro retos, y puedan así asociar los conceptos teóricos en los que se basa con la visión experimental.

5.5. Temporalización y método de evaluación

Este proyecto ha sido diseñado para desarrollarse en el tercer y último trimestre del curso académico, con una duración de aproximadamente tres semanas. El proyecto se iniciaría con una sesión de presentación, en la que se explica el desarrollo de este último saber básico, seguido de un pequeño debate del que se obtendrán los conocimientos previos de los alumnos sobre estos retos, de manera diagnóstica, y poder solventar las posibles dudas. Se asignan los retos a cada uno de los grupos, y en las siguientes sesiones los alumnos comenzarán a buscar información sobre esos retos, e intentar encontrar la solución a éstos. Las dos últimas sesiones se emplearán para la presentación de la solución de cada uno de los grupos, así como su evaluación final.

El trabajo llevado a cabo durante estas tres semanas será evaluado de manera diagnóstica, formativa y sumativa. En cuanto a la evaluación diagnóstica, ésta se llevará a cabo en la primera sesión mediante el debate en el que se conocerán los conocimientos previos de los alumnos. Durante las dos primeras semanas, la evaluación será de carácter formativo, que consistirá en un registro anecdótico, junto con la resolución de todas las dudas que puedan ir teniendo los alumnos con el paso de los días. Finalmente, la presentación oral, junto con la presentación en formato digital, será evaluada de manera sumativa a través de una rúbrica en la que se evalúan aspectos de contenido y veracidad de la información que han consultado, entre otros. Por último, la autoevaluación y coevaluación también va a tener un peso en la calificación final, haciéndose una media con las notas sacadas por el docente (con un porcentaje del 60 % sobre la nota final), y las obtenidas a través del proceso de autoevaluación y coevaluación, valiéndole esta nota el 40 % restante de la nota.

La rúbrica empleada para la evaluación por parte del docente es la misma que emplearán los alumnos para realizar la auto- y la coevaluación, y se muestra detallada a continuación (tabla 4).

Tabla 4. Rúbrica de la presentación del proyecto de investigación.

	DEFICIENTE	NORMAL	BIEN	EXCELENTE
LENGUAJE	Se utilizan expresiones incorrectas, y es muy difuso	Algunas veces, el lenguaje es apropiado para explicar a los compañeros	La mayoría de las veces el lenguaje es apropiado para explicar a los compañeros	Es claro, conciso, académico y a la vez divulgativo
PRESENTACIÓN	Existen importantes fallos ortográficos, y la presentación en muchos casos es desordenada e incoherente	La ortografía es suficiente, y la presentación es suficientemente ordenada y coherente	La ortografía es buena, y la presentación aparece ordenada, y en su mayoría, coherente	No existen errores ortográficos, y la presentación aparece muy ordenada y es coherente
ESTRUCTURA Y CONTENIDO	En su mayoría no respeta el índice	Respeto suficientemente el índice	Respeto bien el índice	Respeto muy bien el índice
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	No se ajusta en absoluto al tiempo propuesto	Se queda algo alejado del tiempo propuesto	Se ajusta más o menos al tiempo propuesto	Se ajusta perfectamente al tiempo propuesto
DOCUMENTACIÓN	No utiliza material de apoyo a la exposición oral	Escasa referencia a imágenes o documentos de apoyo	Durante la exposición, hace uso adecuado de la documentación	Utiliza material de apoyo extra para hacerse entender mejor
OTROS RECURSOS	Presentación pobre en imágenes y sin direcciones de Internet ni multimedia	En parte de la presentación aparecen imágenes, direcciones de Internet y multimedia relacionados con el tema	En la mayoría de la presentación aparecen imágenes, direcciones de Internet y multimedia relacionados con el tema	A lo largo de toda la presentación aparecen imágenes, direcciones de Internet y multimedia relacionados con el tema

5.6. Criterios de calificación

El desarrollo de este proyecto ha conllevado la realización de tres actividades de evaluación sumativa, que son la evaluación por parte del docente de la presentación final, la autoevaluación y la coevaluación. De estas tres actividades, la que mayor peso presenta es la evaluación por parte del docente, con un 60 % de la nota final. Del 40 % restante que queda, un 30 % se corresponde con la coevaluación entre grupos de alumnos, y el 10 % restante al proceso de autoevaluación de cada uno de los grupos (figura 3).

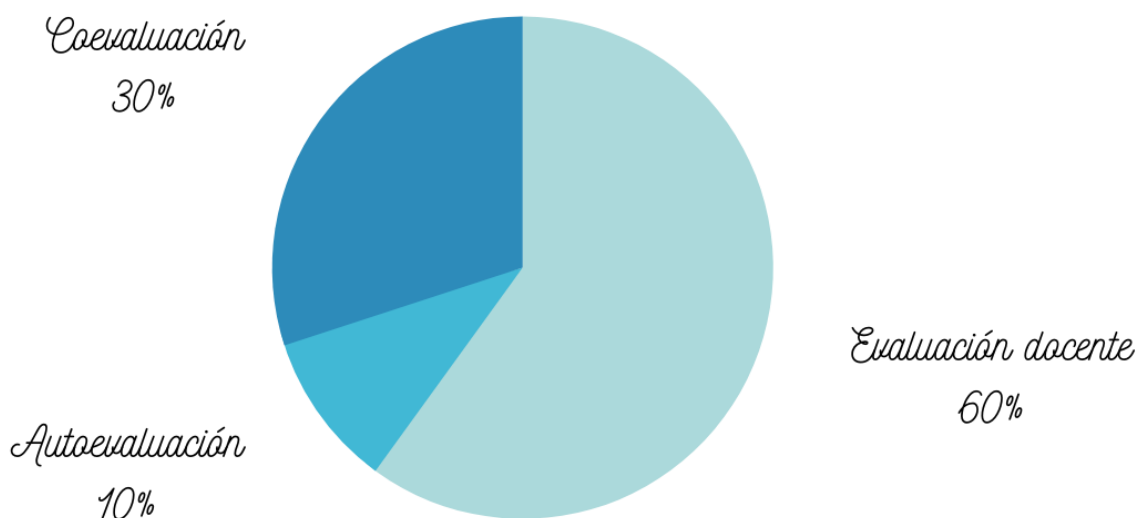


Figura 3. Criterios de evaluación.

Como con la implantación de la nueva ley de educación LOMLOE, la evaluación que se hace sobre un alumno tiene que ser acerca de las competencias adquiridas durante el curso académico y, por tanto, hacerse a través de los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas. A la vista de los diferentes criterios de evaluación encontrados para esta asignatura, y los cuales se van a evaluar en este proyecto, los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas 1 y 2 se van a puntuar para que supongan el 50 % de la nota final, mientras que los criterios de evaluación de las competencias específicas 3, 4 y 5 se valorarán con el restante 50 % de la calificación final (tabla 5). Esta división tiene en cuenta que los criterios de evaluación para las dos primeras competencias específicas hacen referencia a la parte teórica de la asignatura, al encontrar la solución basándose en hipótesis

y leyes. Por otro lado, los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas 3, 4 y 5 hacen referencia a la parte experimental; a llevar a cabo el experimento de manera práctica, y a la realización de una presentación en la que los alumnos expongan los resultados obtenidos.

Tabla 5. Criterios de evaluación asociados a los porcentajes de calificación asignados.

	Criterios de evaluación	Peso (%)
Competencia específica 1	1.1	8.4
	1.2	8.4
	1.3	8.4
Competencia específica 2	2.1	8.4
	2.2	8.4
	2.3	8.4
Competencia específica 3	3.1	5.5
	3.2	5.5
	3.3	5.5
Competencia específica 4	4.1	5.5
	4.2	5.5
	4.3	5.5
Competencia específica 5	5.1	5.6
	5.2	5.5
	5.3	5.5

A continuación, se muestra el funcionamiento de la aplicación GAUSS, que es un programa informático creado por la Consejería de Educación de La Rioja para ayudar a los docentes a realizar una evaluación de competencias respetando los principios establecidos por el marco legal educativo (Consejería de Educación de La Rioja, 2022). En esta aplicación, de manera muy sencilla se pueden añadir las situaciones de aprendizaje; así, al introducir en qué asignatura está centrada tu actividad de aprendizaje, el programa automáticamente te arroja las competencias específicas, así como los criterios de evaluación para esta materia (figura 4).

Nombre dado a la situación de aprendizaje:

Proyecto de Investigación

Descripción y saberes básicos en esta situación de aprendizaje, así como las metodologías utilizadas:

En esta situación de aprendizaje, deberán dar respuesta a un problema mediante el aprendizaje basado en retos (ABR) con los conocimientos adquiridos durante el curso académico

Producto solicitado a los alumnos en esta situación de aprendizaje:

Presentación oral acompañada de una presentación digital

Selecciona las competencias específicas que van a ser trabajadas en esta situación de aprendizaje

- 1.- Observar y recabar información de los fenómenos físico-químicos que rodean al observador y plantear preguntas sobre por qué el fenómeno ocurre, o su relación con otros fenómenos y explicarlos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas para resolver problemas cotidianos con el fin de mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.
- 2.- Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formular hipótesis para explicarlas y demostrar dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
- 3.- Desarrollar destrezas relacionadas con el trabajo en el laboratorio elaborando procedimientos y normas de trabajo, teniendo como premisa la seguridad en la experimentación y sistematizando los procesos para obtener resultados fiables que aporten información veraz y contrastable.
- 4.- Manejar adecuadamente la información obtenida en el laboratorio, anotando los datos necesarios durante la experimentación y analizándolos posteriormente para elaborar tablas y gráficas que presenten la información en formatos similares a aquellos empleados en el ámbito científico-tecnológico.
- 5.- Elaborar y presentar informes de prácticas en diferentes formatos analizando los resultados procesados tras las distintas experiencias y obtener conclusiones de los mismos de manera crítica y creativa.

Actividades asociadas a esta situación de aprendizaje

Las situaciones de aprendizaje se llevan a cabo a través de actividades que permiten calificar en qué medida se alcanzan las competencias específicas, utilizando los criterios de evaluación que elijas. Estos criterios irán asociados, a su vez, con determinados procedimientos de evaluación.

El primer paso es crear las actividades que vas a llevar a cabo:

Figura 4. Interfaz del programa GAUSS al añadir una nueva situación de aprendizaje.

Una vez seleccionadas las competencias específicas que se van a trabajar gracias a esta situación de aprendizaje, este programa arroja los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas previamente elegidas, e incluye un apartado para cuantificar el peso que va a tener cada uno de estos criterios sobre la nota final (figura 5).

De esta forma, una vez se tengan las notas de cada alumno, al introducirlas en el programa, él se encarga de hacer los porcentajes de cada criterio, y de arrojar una nota final para ese alumno.

Nombre de la actividad

Descripción de la actividad:
Proyecto de Investigación

Procedimientos utilizados para evaluar la actividad:

Nombre del procedimiento utilizado para evaluar esta situación de aprendizaje: Exposición oral

Tipo de procedimiento: Trabajo monográfico o de investigación

Criterios de evaluación asociados al procedimiento anterior [Refrescar tabla](#)

Criterio de evaluación	Peso
1.1.- Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes, explicarlos en términos de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas y expresarlos empleando la argumentación, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.	0
1.2.- Resolver los problemas fisicoquímicos que se le plantean utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar la(s) solución(es) y expresando adecuadamente los resultados.	0
1.3.- Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad.	0
2.1.- Emplear las metodologías propias de la ciencia para identificar y describir fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.	0
2.2.- Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, para diseñar estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.	0
2.3.- Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas para formular cuestiones e hipótesis de manera informada y coherente con el conocimiento científico existente y diseñar los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas.	0
3.1.- Desarrollar hábitos de orden y limpieza en el laboratorio aplicando las normas de seguridad e interpretar adecuadamente los guiones de prácticas.	0
3.2.- Utilizar correctamente los instrumentos de medida y aparatos de laboratorio y desarrollar hábitos y destrezas propios del trabajo de prácticas.	0
3.3.- Colaborar adecuadamente con los compañeros de equipo en el desarrollo de la práctica, en la toma de datos y en la elaboración correcta del informe de prácticas y del cuaderno de laboratorio.	0
4.1.- Identificar y anotar con precisión todos los datos necesarios para evaluar de manera crítica y objetiva los fenómenos observados en el laboratorio.	0
4.2.- Procesar la información recabada transformando los datos obtenidos en información útil que pueda dar respuesta a las hipótesis planteadas.	0
4.3.- Elaborar tablas y gráficas con exactitud, aportando en cada una de las figuras toda la información relevante e interpretando los resultados que se presenten en estos formatos.	0
5.1.- Elaborar y presentar un informe de prácticas que disponga de todos los apartados que requiere un informe de carácter científico (título de la práctica, objetivos, fundamento teórico, material utilizado, procedimiento experimental, resultados obtenidos y conclusiones).	0
5.2.- Utilizar un vocabulario propio de la materia, así como los sistemas de notación y representación propios del trabajo científico, pudiendo emplearse, además, las tecnologías de la información y la comunicación en el tratamiento de la información y en la presentación de resultados y conclusiones.	0
5.3.- Buscar y utilizar distintas fuentes de información, seleccionando e interpretando datos, de manera que puedan planificar y extraer conclusiones de las experiencias de laboratorio, haciendo uso de las TIC y sus posibilidades interactivas y colaborativas	0

Figura 5. Selección del peso de cada uno de los criterios de evaluación con el programa GAUSS.

6. DISCUSIÓN

En el presente proyecto se ha diseñado una propuesta de intervención por medio del Aprendizaje Basado en Retos, pero éste no ha podido ponerse en práctica en un aula de un centro educativo por el momento. Sin embargo, en esta memoria se recogen todos los aspectos necesarios para poder trasladar esta propuesta directamente al aula, donde se comprobaría si existen posibles carencias o mejoras para la viabilidad de este proyecto en la realidad.

Implementar en el aula el Aprendizaje Basado en Retos puede conllevar diversos beneficios, como pueden ser:

- Al presentar a los estudiantes nuevos desafíos y problemas, esta metodología estimula sus mentes.
- Aumenta la motivación del alumnado.
- Permite una comprensión profunda del material de estudio, es decir, un aprendizaje significativo.
- Estos proyectos son realmente útiles para fomentar habilidades sociales en los alumnos como la empatía, el compromiso, el sentido de comunidad o la cooperación, entre otras.
- Desarrollo de la autonomía y la autoestima.
- Mejorar las habilidades de razonamiento y pensamiento crítico para encontrar soluciones viables.
- Dado que la complejidad del reto, los recursos necesarios, el número de horas de dedicación, etc. pueden variar mucho, es un método que se puede ajustar a las diferentes etapas educativas, y a las diferencias individuales dentro del grupo.

Sin embargo, esta metodología también puede suponer algunas dificultades. Por ejemplo, el tiempo que el docente tiene que invertir en él es amplio porque va más allá de los límites temporales y espaciales del propio centro, y también puede requerir coordinación con otros docentes participantes, si es que los hubiera, y con los correspondientes agentes sociales relevantes implicados.

Además, es necesario tener un amplio conocimiento sobre el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), para las que en ocasiones no se está realmente preparado.

Lo que está claro es que el alumno aprende de una manera más significativa cuando es él mismo el protagonista de ese aprendizaje. De hecho, según el psiquiatra estadounidense William Glasser, la experiencia es la mejor manera para que los estudiantes apliquen los conocimientos que aprenden (Glasser, 1999). Para mejorar este aprendizaje, debe haber estímulos visuales, auditivos y emocionales que puedan complementarse para potenciar el aprendizaje, como muestra su pirámide del aprendizaje (figura 6).

Por otro lado, hay que tener en cuenta un aspecto fundamental, como es la viabilidad (Rodríguez Ariza, 2022). La viabilidad de un proyecto se entiende por el estudio que determina el éxito o fracaso de un proyecto, y está condicionada al cumplimiento de cuatro aspectos: la viabilidad técnica, la de conocimiento, la económica y la sostenibilidad.

En cuanto a la viabilidad técnica, ésta está relacionada con los recursos humanos, los materiales que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto, el tiempo del que se dispone, etc. Para la realización de este proyecto, serán los propios profesores responsables de esta asignatura los que pongan en marcha el proyecto en las aulas, en el tiempo establecido para el saber básico F, que es durante el cual se realiza esta propuesta educativa.

El conocimiento que los participantes del proyecto deben tener para completarlo con éxito está relacionado con la viabilidad de ese conocimiento. Por lo tanto, este proyecto debe ser llevado a cabo por docentes que tengan el nivel requerido de especialización en materia de ciencias.

En cuanto a la viabilidad económica, dado que la mayoría de los centros españoles ya cuentan con las instalaciones y los medios materiales necesarios para llevar a cabo este proyecto de innovación, no sería necesario comprar ningún material adicional, *a priori*. En este sentido, el proyecto de innovación propuesto sería, por tanto, completamente factible.

Por último, en términos de sostenibilidad, se entiende que el proyecto podrá continuar logrando sus objetivos y tener un impacto positivo mucho después de que se haya completado. Al utilizar el mismo perfil para el grupo de clase curso tras curso para los estudiantes que escojan esta materia de carácter optativo, este proyecto podría, en cierto sentido, continuar durante más años académicos.

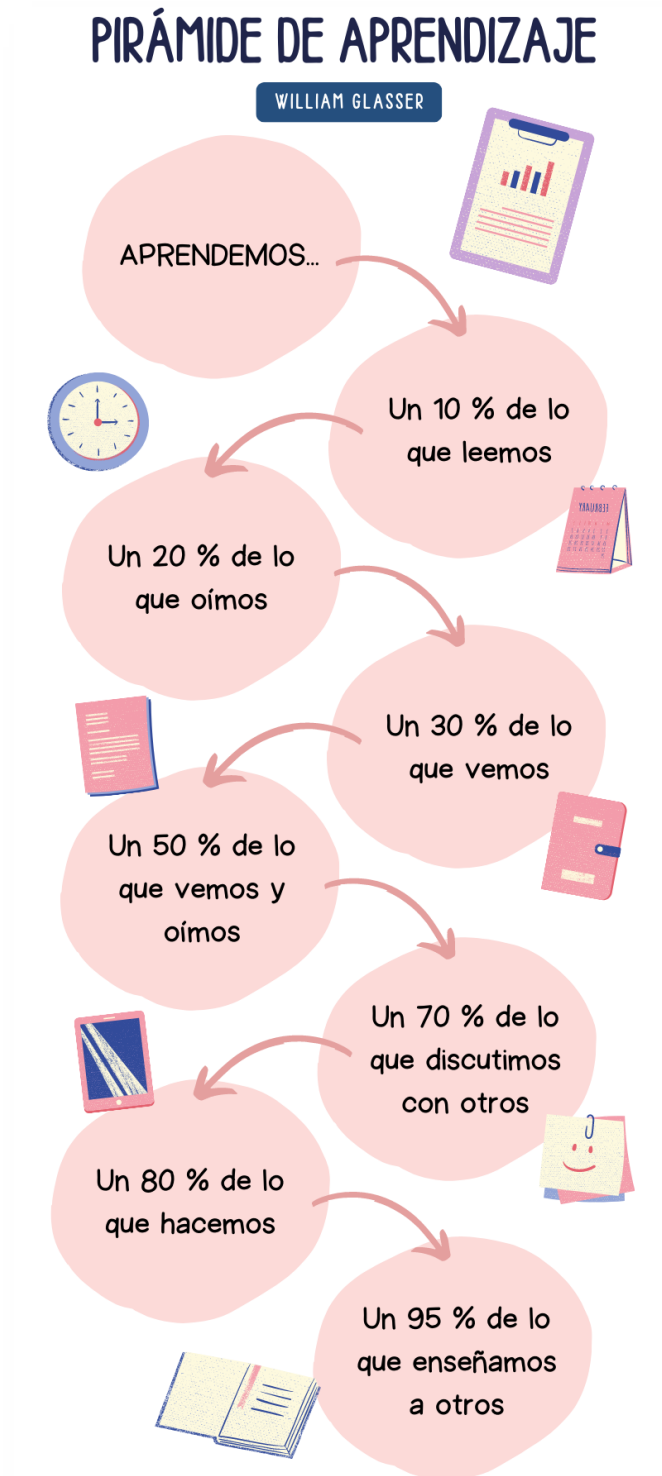


Figura 6. Infografía acerca de la pirámide de aprendizaje de William Glasser.

7. CONCLUSIONES

A través del desarrollo de este Trabajo Fin de Máster ha sido posible diseñar la propuesta de una metodología educativa innovadora basada en el Aprendizaje Basado en Retos, un enfoque educativo activo que pretende fomentar, por encima de todo, el pensamiento crítico y creativo de los alumnos, así como su capacidad para aprender por sí mismos y trabajar en equipo entre iguales. Esta innovación ha sido creada específicamente para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria en relación con la materia optativa Técnicas de Laboratorio, de acuerdo con el marco legal para la enseñanza de la ESO de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

El científico y político Benjamin Franklin acuñó la frase “*Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo*”. Esta sentencia podría asemejarse a la evolución que se está produciendo actualmente en los métodos de aprendizaje en los centros educativos; antiguamente, el modelo de enseñanza-aprendizaje era puramente memorístico (“*Dime y lo olvido*”), pero con la gran variedad de nuevas propuestas metodológicas, el proceso de enseñanza-aprendizaje ha cambiado, haciendo ahora al alumno el protagonista de su propio aprendizaje (“*involúcrame y lo aprendo*”).

Al final, la meta a la que todo buen docente quiere llegar es al aprendizaje significativo del alumno. El aprendizaje es un acto intencional y útil, por lo que un profesor que se considere competente tiene que diseñar una buena estrategia para impartir de la mejor manera posible su asignatura, y conseguir el aprendizaje máximo en sus alumnos.

“Quien tiene un buen modelo, tiene un buen amigo”. Esta frase realza la importancia de que como docente es necesario organizar la clase previamente, y no abusar de la improvisación. Hay que llevar una planificación y organización de lo que se pretende abordar, y de la forma en cómo se va a hacer.

8. REFERENCIAS

- Aguilar Muñoz, M., Fernández Tapia, M., & Durán Torres, C. (2011). Experiencias curiosas para enseñar química en el aula. *Educació Química EduQ*, 23-34.
- Álvarez Herrero, J. F., & Valls Bautista, C. (2019). Utilización de la contextualización mediante el uso de demostraciones experimentales para mejorar la percepción y la actitud hacia la Química de los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 73-88.
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Baloian, N., Hoeksema, K., & Milrad, M. (2006). *Technologies and Educational Activities for Supporting and Implementing Challenge-Based Learning*. USA: Springer.
- Biggs, J. (1993). What do inventories of students' learning processes really measure? A theoretical review and clarification. *British Journal of Educational Psychology*, 3-19.
- Castillo, A., Ramírez, M., & González, M. (2013). El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Omnia*, 11-24.
- Consejería de Educación de La Rioja. (2022). GAUSS. Obtenido de <https://gauss.larioja.org/> (consultado 20/06/2023)
- Daily Press. (26 de Noviembre de 2022). *Daily Press*. Obtenido de 'Touchdown confirmed': Eggs fall from space to land safely in the Victor Valley: <https://eu.vvdailypress.com/story/news/2022/11/26/youtuber-mark-rober-drops-eggs-from-space-to-land-in-victor-valley/69678452007/> (consultado 20/06/2023)
- Decreto 42/2022, de 13 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación en la Comunidad Autónoma de La Rioja. Boletín Oficial de La Rioja, 135, de 15 de julio de 2022. <https://www.larioja.org/edu-orden->

academica/en/informacion-novedades/decreto-42-2022-13-julio-
establece-curriculo-educacion-secu (consultado 20/06/2023)

Gaete, V. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista Chilena de Pediatría*, 436-443.

Glasser, W. (1999). *Teoría de la elección: una nueva psicología de la libertad personal*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Gobierno de España. (s.f.). *Educagob*. Obtenido de Currículo LOMLOE: Educación Secundaria Obligatoria: <https://educagob.educacionyfp.gob.es/en/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-secundaria-obligatoria.html> (consultado 20/06/2023)

Heredia Avalos, S. (2005). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 89-103.

La Pizarra de la Ciencia. (21 de Enero de 2012). *La Pizarra de la Ciencia*. Obtenido de El mar Muerto y el principio de Arquímedes: <https://lapizarradelaciencia.wordpress.com/2012/01/21/tema-1-el-mar-muerto/> (consultado 20/06/2023)

Larmer, J. (13 de Julio de 2015). *Project-Based Learning vs. Problem-Based Learning vs. X-BL*. Obtenido de Edutopia: <https://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer> (consultado 20/06/2023)

Moursund, D. (1999). *Project-Based Learning: Using Information Technology*. Eugene: International Society for Technology in Education.

National Geographic. (23 de Marzo de 2021). *National Geographic*. Obtenido de ¿Por qué es imposible hundirse en el Mar Muerto?: <https://www.ngenespanol.com/traveler/por-que-es-imposible-hundirse-en-el-mar-muerto/> (consultado 20/06/2023)

Observatorio de Innovación Educativa. (2015). *Edu Trends: Aprendizaje Basado en Retos*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.

- Piaget, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- Rodríguez Ariza, L. (2022). *Viabilidad de proyectos*. Obtenido de UGR Emprendedora: Universidad de Granada: <https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/> (consultado 20/06/2023)
- Rodríguez López, E. (2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *Revista de Postgrado Arjé FACE-UC*, 363-373.
- S. Barrows, H., & M. Tamblyn, R. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. USA: Springer.
- Savin Baden, M., & Howell Major, C. (2004). *Foundations of Problem-based Learning*. Inglaterra: McGraw-Hill.
- Swiden, C. L. (2013). *Effects of challenge based learning on student motivation and achievement*. Bozeman: Montana State University.
- Universidad de La Rioja. (Curso 2022/2023). *Guía para el Trabajo Fin de Máster. Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*.
- Vargas Sánchez, D. L. (2021). El aprendizaje basado en retos: una estrategia para dinamizar las clases de química en tiempos de pandemia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 788-793.

9. ANEXO

- Solución al reto 1: ¿CÓMO LANZAR UN HUEVO DESDE UNA CIERTA ALTURA SIN QUE SE ROMPA?

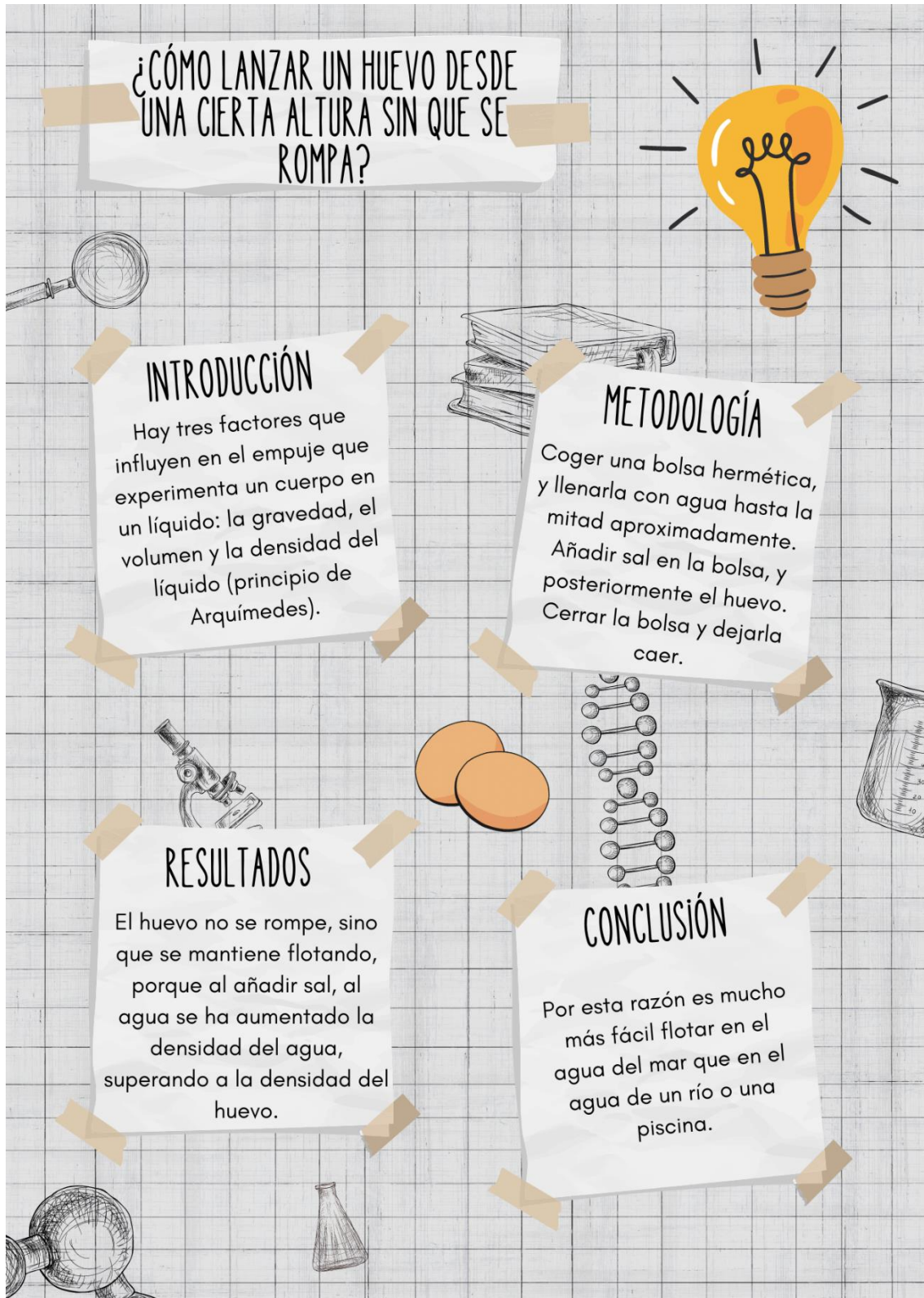


Figura 7. Posible presentación sobre la solución al reto 1.

- Solución al reto 2: ¿CÓMO CONVERTIR EL AGUA EN HIELO EN MENOS DE UN MINUTO?

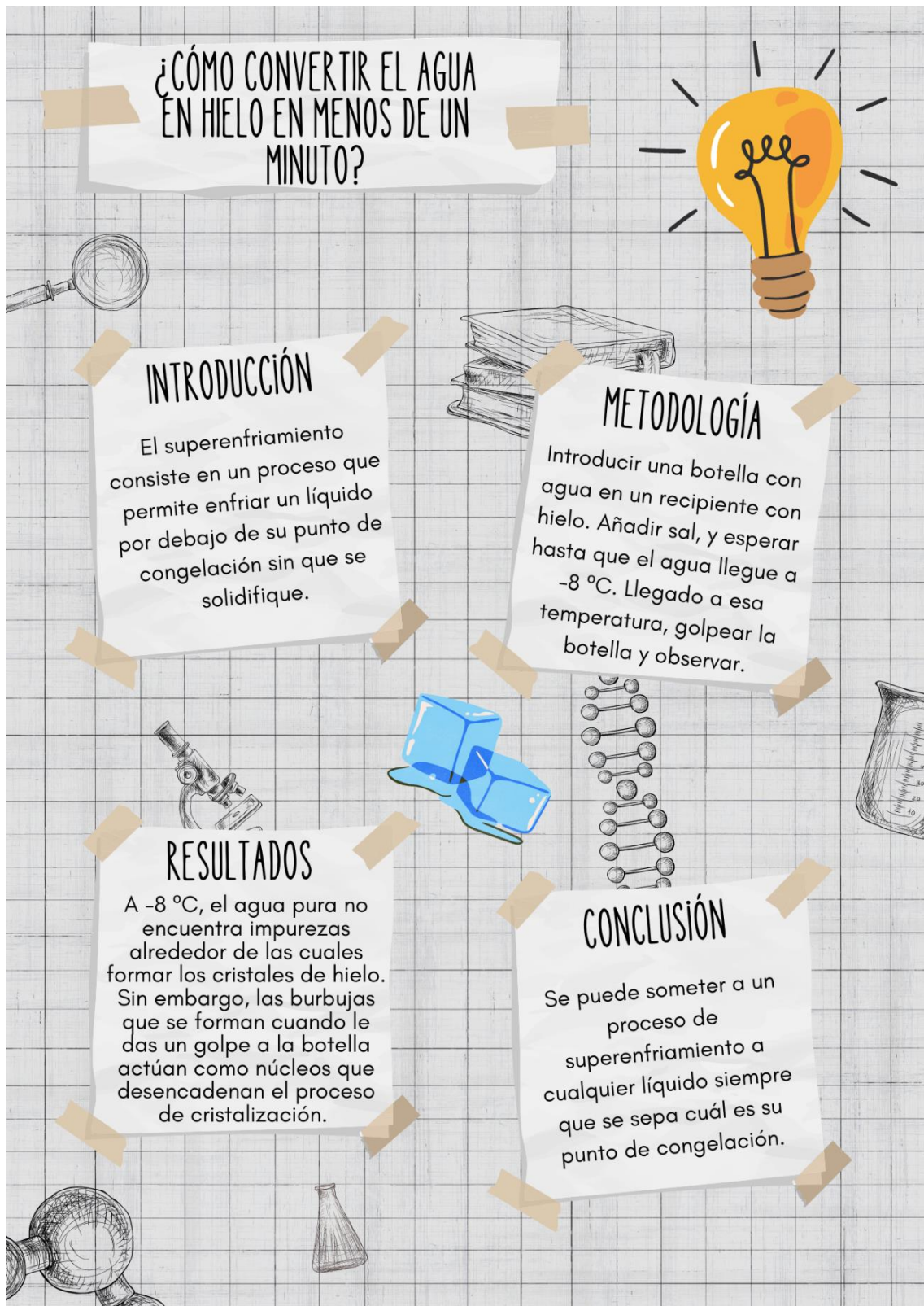


Figura 8. Posible presentación sobre la solución al reto 2.

- Solución al reto 3: ¿CÓMO ABRIR UNA LATA DE REFRESCO DESDE DENTRO?

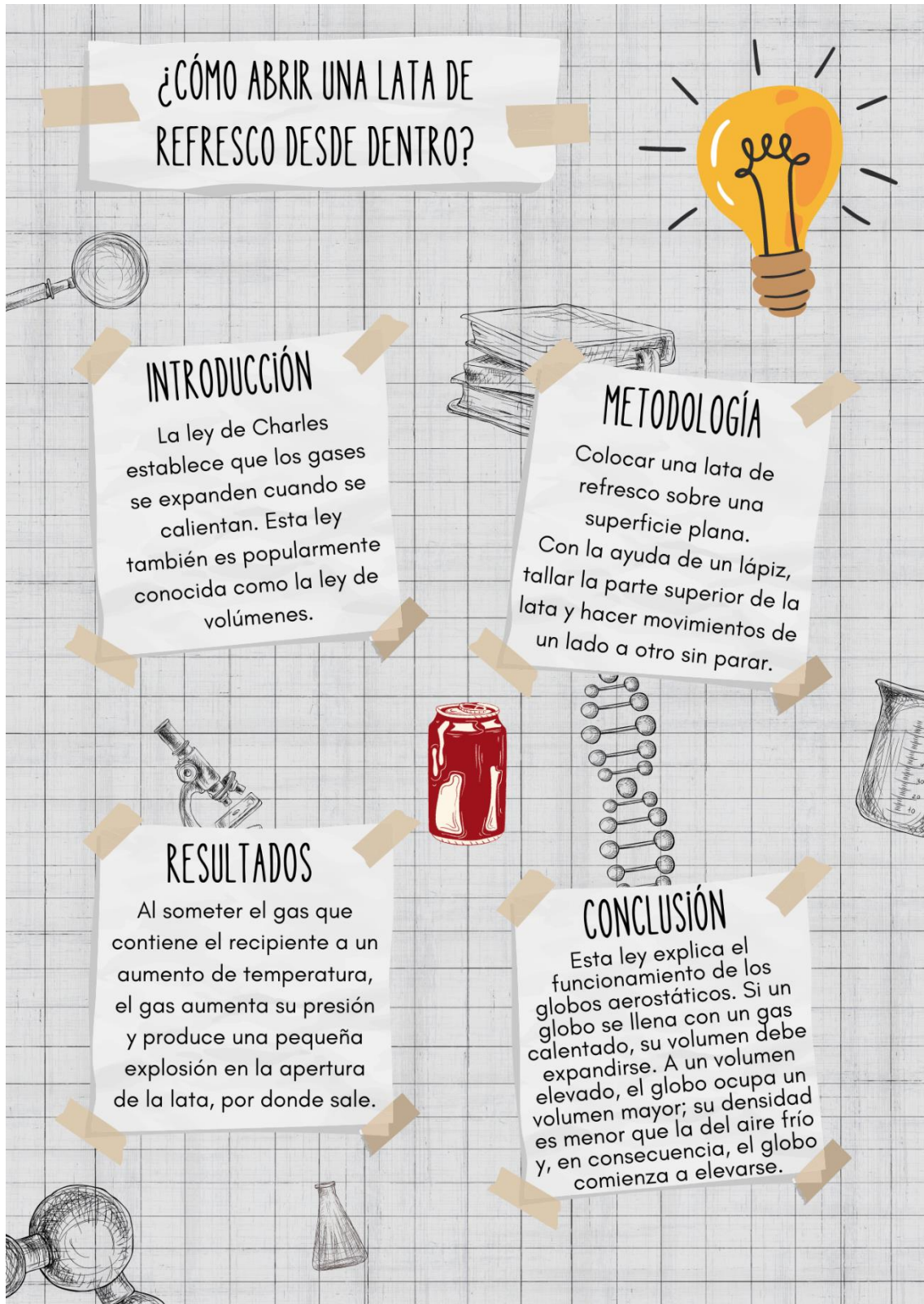


Figura 9. Posible presentación sobre la solución al reto 3.

- Solución al reto 4: ¿CÓMO HACER QUE UNA VELA SIGA ARDIENDO BAJO EL AGUA?

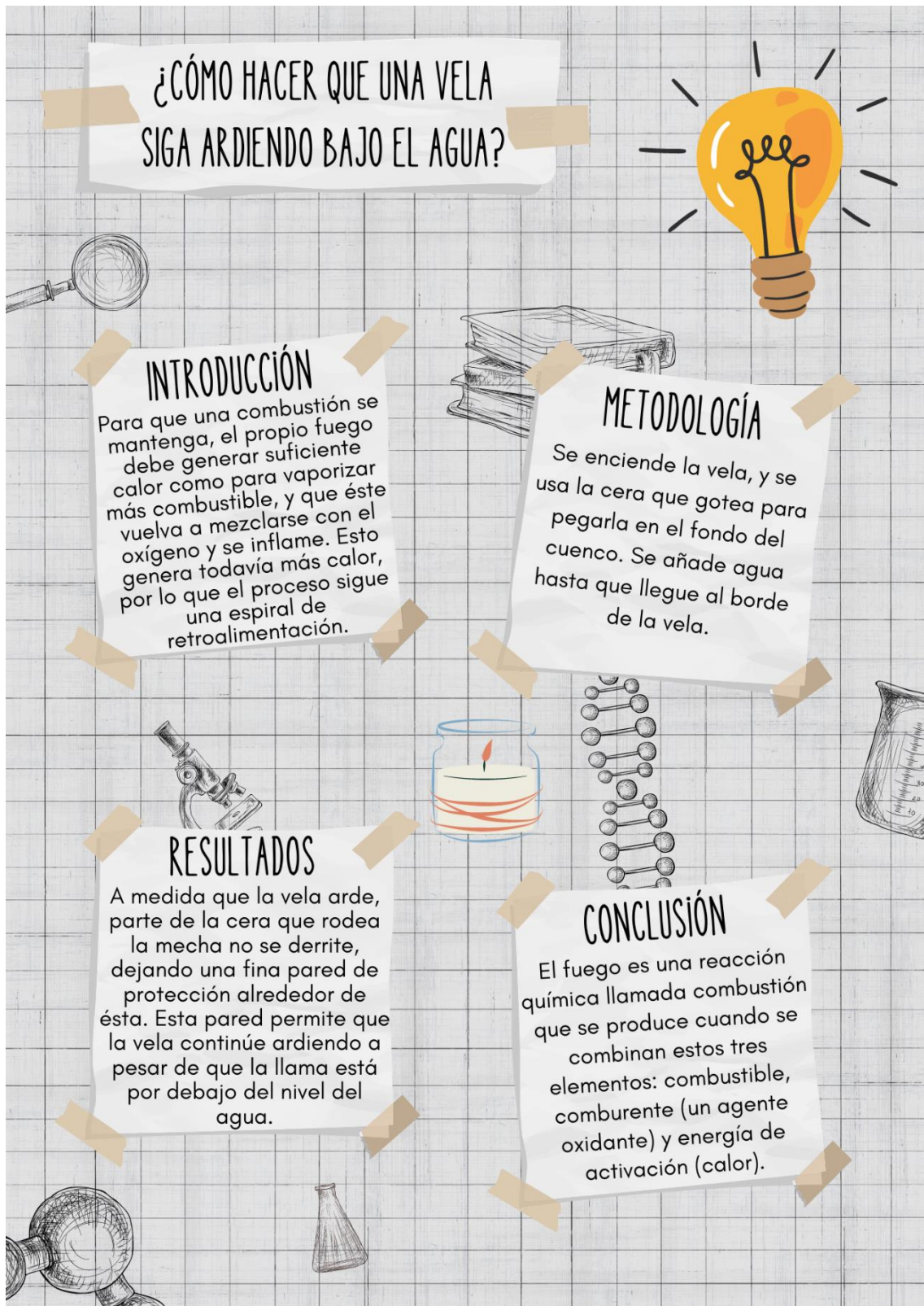


Figura 10. Posible presentación sobre la solución al reto 4.