

Abordaje de las dificultades relacionadas con el proceso enseñanza-aprendizaje en la Física y Química mediante metodologías activas

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

Especialidad: Física y Química

Autor:

Alejandro del Pico Nicolás

Tutoras:

Elixabet Díaz de Cerio

Silvia Valverde Bastardo



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias

Resumen

Esta situación de aprendizaje está diseñada para impartir los contenidos y saberes básicos de Física y Química en el curso de 2º de ESO, contextualizándolos a través de la cocina. Utilizar la cocina como contexto de enseñanza permite demostrar la aplicabilidad práctica de los conceptos fisicoquímicos, además de enseñar conceptos importantes e interesantes sobre los alimentos y su preparación, con un énfasis especial en el uso responsable de los recursos.

La situación de aprendizaje se compone de una serie de actividades basadas en experiencias de laboratorio. Estas actividades incluyen la preparación de disoluciones, la observación de diferentes tipos de mezclas, el análisis de reacciones químicas y los cambios físicos en la comida, mientras prepara a los alumnos para realizar proyectos de investigación autónomos.

Este enfoque también describe diversas dificultades de aprendizaje relacionadas con problemas de comunicación y socialización, así como la falta de motivación. Para solventarlas, se fomenta la participación activa de todo el alumnado y utiliza el trabajo colaborativo, promoviendo habilidades sociales y valores esenciales como el respeto, la empatía y la cooperación. De este modo, se contribuye a crear un entorno educativo inclusivo y enriquecedor para todos los estudiantes.

Palabras clave

Situación de aprendizaje, Física y Química, Cocina, Dificultad de aprendizaje, Aprendizaje Basado en Proyectos

Según la ley lingüística de la economía expresiva sobre el lenguaje, el género masculino se emplea para referirse a ambos sexos sin que ello implique ninguna intención discriminatoria en el presente trabajo.

Índice

1. Introducción	1
1.1. Dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje	2
1.1.1. Trastorno del procesamiento auditivo	3
1.1.2. Trastorno del lenguaje	3
1.1.3. Trastorno de la Comunicación Social (Pragmático)	3
1.1.4. Dificultades implicadas	4
1.2. Papel del docente	5
1.3. Papel del alumno	6
1.4. Metodologías activas	7
1.4.1. Aprendizaje colaborativo	7
1.4.2. Investigación-acción	8
1.4.3. Aprendizaje basado en proyectos	10
2. Metodología	11
2.1. Justificación	11
2.2. Contextualización	11
2.3. Fundamentación curricular	12
2.3.1. Criterios de evaluación	12
2.3.2. Competencias clave y descriptores operativos	16
2.3.3. Contenidos	19
2.4. Objetivos	20
2.4.1. Objetivos didácticos	20
2.4.2. Objetivos de etapa	21
2.5. Recursos	21
2.6. Temporalización	24
2.7. Actividades	25
2.7.1. Prácticas de laboratorio	31
2.7.2. Presentación oral	32
2.7.3. Proyecto final	32
2.8. Evaluación	33
2.8.1. Evaluar la actuación del alumno	33
2.8.2. Cuaderno de laboratorio	33
2.8.3. Presentación oral	34
2.8.4. Proyecto final	35

2.9. Atención a la diversidad	35
2.9.1. Alumnos con problemas sociales	36
3. Resultados esperados	38
4. Limitaciones y prospectiva	39
4.1. Aplicación en otros cursos	39
Referencias	41
A. Anexo I: Experiencias de laboratorio	44
A.1. Cinética de la reacción de Maillard	44
A.2. Cocina a presión	46
A.3. Cocina de inducción	49
A.4. Conservación de alimentos	51
A.5. Esferificaciones	55
A.6. Preparación de emulsiones	59
A.7. Punto de ebullición y de fusión del agua	61
A.8. Reacciones de pardeamiento I	63
A.9. Reacciones de pardeamiento II	65
A.10. Separación de mezclas: Haciendo queso fresco	67
B. Anexo II: Experiencias de cátedra	69
B.1. Cocina de inducción (experimento de cátedra)	69
B.2. Ejemplos de otras separaciones de mezclas (no culinarias):	70
B.3. Manzana oxidada:	70
C. Anexo III: Resumen	71
D. Anexo IV: Rúbricas	73

1. Introducción

Se presenta una situación de aprendizaje dirigida a alumnos de 2º de ESO de Física y Química, asignatura completamente nueva para estos alumnos en la que se utiliza la cocina como contexto educativo para impartir los contenidos¹ y saberes básicos² de esta disciplina. La cocina, un entorno familiar y práctico, se convierte en un laboratorio cotidiano donde los alumnos pueden observar y experimentar los principios fisicoquímicos en acción. De esta forma, se acerca la realidad del alumno a las enseñanzas y contenidos de la asignatura.

El método de trabajo se basa en las metodologías activas, que dotan al alumno de un papel protagonista en su propio aprendizaje (Aguirre, 2021). En concreto, se usa el aprendizaje basado en proyectos, una metodología que pone el foco del aprendizaje en las decisiones que toman los alumnos para encontrar soluciones a un problema (Subsecretaría de educación básica, 2022). Este enfoque está estrechamente ligado al trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes para alcanzar sus metas.

Las actividades propuestas están diseñadas para fomentar la participación activa y el trabajo en equipo, promoviendo habilidades sociales y valores esenciales como el respeto, la empatía y la cooperación; y es que se da mucha importancia al aprendizaje colaborativo como metodología didáctica (Thurston, A. et al., 2007). Este método inclusivo de colaboración es beneficioso para los alumnos con dificultades para comunicarse y socializar, ayudándoles a integrarse mejor y a desarrollar competencias clave para su futuro.

Las experiencias presentes en la situación de aprendizaje han sido escogidas y planteadas por el docente para despertar la curiosidad del alumno, que debe indagar en los contenidos para comprender los procedimientos y realizar hipótesis sobre los procesos que ocurren en las prácticas. Los alumnos toman un rol de investigador, pero guiados por el profesor en prácticas con resultados predefinidos. Los alumnos son ejecutores de la planificación del docente (Berrocal de Luna y Expósito López, 2015), es decir, se hace uso de la investigación-acción de carácter técnico.

Estas experiencias intentan motivar al alumno. Para ello, les permite ver los frutos de su trabajo de forma inmediata al terminar una receta, les enseña habilidades básicas de cocina que vean aplicables en su día a día y les ayuda a establecer relaciones de trabajo saludables con sus compañeros. En general, intentan ser prácticas en las que el alumno disfrute participando, ya que para poder aprender, hace falta estar dispuesto a ello (Núñez, 2009). Con este mismo objetivo, se celebra un concurso en el que los alumnos demuestren las conclusiones a las que han llegado durante el curso y se coevalúen.

¹Los contenidos se encuentran en (*DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*, 2022) y son específicos de cada curso.

²Los saberes básicos se presentan en (*Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.*, 2022) y son los mismos para toda la etapa de 2º y 3º de la ESO.

1.1. Dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje

En esta sección se definen las dificultades de aprendizaje que se abordan en este documento, las dificultades sociales y la falta de motivación. Mientras que la manera en la que se afrontan estas dificultades se describe en la Sección 2.9 Atención a la Diversidad. En la que se va a considerar que un alumno tiene dificultades sociales si enfrenta algún impedimento, ya sea físico o psicológico, que dificulte su comunicación con otros alumnos o profesores, es decir, tiene problemas o restricciones a la hora de comunicarse e interactuar con sus compañeros o socializar.

También se va a hablar de la falta de motivación, una condición que afecta enormemente la calidad del aprendizaje y es algo que todos los implicados experimentan en algún punto. Por tanto, es un factor que todo proyecto docente debe tener en cuenta.

Existe una razón biológica por la que la motivación es importante para aprender, y es que “la motivación hace que se genere dopamina, un neurotransmisor que nos permite focalizar nuestra atención, favoreciendo con ello la memoria” (Garrido, 2022). Por lo que alumnos desmotivados retienen peor la información.

La desmotivación o desinterés del alumnado puede manifestarse en relación con el tema de una sesión específica, una unidad didáctica completa o incluso una o varias asignaturas. Un estudiante desmotivado es poco participativo, toma menos apuntes o de menor calidad, y no presta atención a la lección. Además, la desmotivación no se limita al aula; estos alumnos también trabajarán menos en casa o se distraen con mayor facilidad.

Otra de las razones por las que la motivación es tan importante es su impacto en la autopercepción de las capacidades. La desmotivación puede hacer que un alumno se sienta incapaz de realizar una tarea, lo que afectará negativamente su desempeño. Si este sentimiento se repite, la motivación del alumno empeora, perpetuando un ciclo autodestructivo y aumentando su desinterés en las actividades (Núñez, 2009). Existen numerosos ejemplos de los efectos de la motivación en el aprendizaje, razón por la que es un tema candente en la innovación docente.

Por lo tanto, es fundamental que los docentes implementen estrategias para mantener y fomentar la motivación en sus estudiantes, ayudándolos a desarrollar una actitud positiva hacia el aprendizaje y a mejorar su autopercepción y rendimiento académico. En este documento, se ha optado por el uso de metodologías activas para lograr ese fin, basándose en un aprendizaje colaborativo para la construcción de una comprensión colectiva de los contenidos y un desarrollo amplio de las competencias, enfocándose en los puntos fuertes de cada alumno.

1.1.1. Trastorno del procesamiento auditivo

Estos alumnos tienen dificultades en la comprensión y procesamiento de la información auditiva, por lo que los estudiantes afectados por este trastorno pueden experimentar problemas a la hora de seguir conversaciones, recordar o decodificar lo que escuchan, o discriminar sonidos de manera adecuada, no distinguiendo la voz del aquel con quien se intenta comunicar (IMPULSO_06, 2023).

Pueden utilizar instrumentos como audífonos o implantes cocleares para mejorar su audición, aunque es posible que estos dispositivos solo logren mitigar parcialmente los obstáculos que enfrentan estos alumnos (Miller, s.f.). Lógicamente, trabajan mejor con ejemplos visuales y contenidos por escrito.

Aunque su trastorno es de naturaleza físico-anatómica, en ocasiones resulta en una dificultad social significativa, debido a la baja comprensión de las comunicaciones con su entorno.

1.1.2. Trastorno del lenguaje

Es un trastorno de la comunicación que interfiere con el aprendizaje, comprensión y uso del lenguaje, afectando al habla, la capacidad para escuchar, la lectura y la escritura del afectado (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDOC), 2023). Aunque es más común en niños, puede persistir e incluso empeorar, por lo que también debe considerarse al trabajar con adolescentes.

A estos alumnos, les puede costar seguir instrucciones, al no comprenderlas en su totalidad; pero su mayor obstáculo es transmitir sus sentimientos o ideas, tanto oralmente como por escrito.

Este trastorno supone graves problemas o dificultades a la hora de comunicarse y a la hora comprender los contenidos. En especial, problemas a la hora de memorizar teoría y a la hora de crear o apoyar una hipótesis.

1.1.3. Trastorno de la Comunicación Social (Pragmático)

Las personas con este trastorno presentan problemas y dificultades en la comunicación, especialmente en contextualizarla y seguir las normas sociales tanto en la comunicación verbal como en la no verbal (Incháustegul, Echevarría, y Velarde, 2017). Por ejemplo, pueden ser incapaces de adaptar el registro del lenguaje a la situación, utilizando un lenguaje coloquial en un ambiente formal como las clases, lo que puede causar conflictos con otros alumnos.

Además, suelen tener una fijación transitoria por un tema de conversación, lo que les impide cambiar de tema con facilidad (Incháustegul y cols., 2017). Esto lleva a una comunicación poco flexible y menos orgánica, dificultando las interacciones sociales fluidas y naturales. Otro problema típico es la dificultad para leer entre líneas, obviando información implícita y causando malentendidos por uso de palabras ambiguas. Como se

ha podido comprobar, este problema es recurrente en alumnos con dificultades sociales. Queda claro que la comunicación con dichos alumnos debe ser clara y concisa.

1.1.4. Dificultades implicadas

Tras haber hablado de los trastornos comunes que afectan a las habilidades sociales, vamos a resumir las dificultades que estos acarrearán.

■ Problemas de comunicación

Muchos de estos alumnos procesan la información de forma distinta a los demás, conllevando malentendidos. En ocasiones el mensaje que les quieran transmitir solo es comprendido parcialmente, perdiendo parte de la información. De la misma manera, es posible que sus mensajes sean difíciles de comprender para otros alumnos o profesores.

Esto supone una dificultad a la hora de seguir una actividad y más aún, para comprender conceptos, especialmente los que usan un lenguaje más técnico.

Este problema también puede agravar el siguiente.

■ Problemas de conducta: colaboración

Este problema es muy común en el aula, y se da con frecuencia por muchas razones. La razón puede ser tan sencilla como que haya una mala relación entre algunos de los estudiantes.

En este caso, la mala conducta impide la realización de las actividades, especialmente las grupales, y rompen las mecánicas de grupo. Afecta enormemente al desarrollo de la competencia emprendedora, además de que su aprendizaje es menos efectivo por la falta de interés y motivación en las lecciones (Núñez, 2009).

■ Problemas para socializar

Algunos alumnos enfrentan dificultades a la hora de socializar, ya sea para colaborar en un proyecto o simplemente comunicarse con su entorno.

Son alumnos que encuentran desmotivación en actividades grupales y que tienden a aislarse. En general prefieren actividades que no involucran su participación activa y el ambiente escolar puede desmotivarlos.

■ Problemas de regulación emocional

Si bien no es una causa directa de una disminución en la efectividad o calidad del aprendizaje, los problemas de regulación emocional provoca malas dinámicas de grupo, afectando al aprendizaje de todos los involucrados a la larga y recayendo en problemas de conducta.

1.2. Papel del docente

El papel del docente ha variado considerablemente a lo largo de la historia, siempre desempeñando un rol fundamental en la educación de sus alumnos. Los cambios en este papel están estrechamente vinculados a las transformaciones sociales, adaptándose a las demandas y necesidades del momento. A continuación, procedo a resumir esta evolución, basándome en (Pérez, 1993) en el que se hace un gran trabajo recopilatorio.

La figura del maestro se remonta a la antigua Grecia, con la escuela de los sofistas, donde el profesor era un sirviente de sus alumnos. Este rol, que devaluaba la figura del maestro, contribuyó al desprestigio social de la educación por un largo tiempo. Sin embargo, desde entonces se entendía que una mejor educación del docente resultaba en mejores educadores.

Durante la Edad Media, el rol docente se consolidó como una figura necesaria con protagonismo social, dado que la educación estaba ligada al estatus social. Los nobles recibían una educación personalizada, gran parte del clero trabajaba como escribanos, y los ciudadanos veían la educación como una vía de ascenso social.

Con el avance del tiempo, la educación adquirió mayor relevancia. Surgieron trabajos especializados y se establecieron escuelas y universidades. En esta época también se empezó a exigir que los maestros acreditaran sus capacidades.

En la Edad Moderna, la educación experimentó numerosos cambios debido al surgimiento de corrientes de pensamiento y la evolución tecnológica. Con la revolución industrial, el número de niños que asistían a la escuela aumentó considerablemente y la educación se orientó a formar buenos trabajadores para la economía. Esta visión utilitarista de la educación, enfocada en la obediencia más que en la creatividad (Bonilla-Molina, 2020), ha dejado una huella que aún afecta a la docencia actual.

La Edad Contemporánea ha rechazado esta visión, enfocándose en la investigación educativa y el desarrollo de una amplia gama de metodologías didácticas, donde el rol del alumno y del profesor ha cambiado drásticamente. Concretamente, en este documento se usan metodologías activas, que describen al docente como un guía y facilitador, un engranaje esencial en el ambiente educativo que, aunque secundario, sigue siendo necesario. Es el alumno quien toma el papel protagonista en su propio aprendizaje.

En este contexto, el rol del docente es motivar a los alumnos a satisfacer su curiosidad, fomentando la realización de investigaciones con mayor autonomía. Además, el docente debe ser un mediador que mantenga un ambiente de trabajo inclusivo y respetuoso en el aula, disminuyendo las experiencias sociales negativas que puedan sufrir los estudiantes y promoviendo el trabajo en equipo, incluso entre miembros de distintos grupos.

Su trabajo es conseguir que todos los alumnos superen sus dificultades y aprendan a aprender. Una tarea excepcionalmente compleja, ya que hay que aprender a identificar y manejar multitud de problemas. Habrá clases con las que sea sencillo lograrlo, pero en otras una sola persona no es capaz de realizar todo el trabajo.

Por eso los docentes deben estar unidos y colaborar, gran parte del aprendizaje se logra a través de la asociación de conceptos interdisciplinarios; lo que afecte a una asignatura, puede perjudicar a otra.

Han de planificar un ambiente escolar unificado, que favorezca el aprendizaje; e incluso así, a veces es imposible sortear todos los obstáculos y tienen que decidir en qué problemas enfocarse, o puede costarles identificar las dificultades por las que pasa un alumno.

Por último, el rol del docente incluye ser un modelo a seguir para muchos alumnos. Un adulto debe comportarse de la misma forma en que trata de educar a otros, actuando siempre con respeto. El docente debe demostrar las mismas actitudes y comportamientos que espera inculcar en sus alumnos, sirviendo como un ejemplo positivo en todas las facetas de la vida académica y personal.

1.3. Papel del alumno

Los estudiantes, aunque inexpertos, son el centro del proceso educativo. Su principal deber es mostrar interés y colaborar activamente en la construcción de su propia educación, sin perjudicar la de sus compañeros. Es esencial comprender que no se puede enseñar a quien no quiere aprender. Un buen estudiante debe cultivar varias cualidades para aprovechar al máximo su experiencia educativa:

- Actuar como **conciliador y mediador** entre sus compañeros, fomentando la colaboración y la comprensión mutua. El trabajo en equipo es fundamental, y cada alumno debe tratar a sus compañeros como iguales, promoviendo un ambiente de respeto y apoyo mutuo.
- Desarrollar la capacidad de **autocrítica**, que les dota de autonomía y favorece la motivación (EUROINNOVA, 2021). La autoevaluación es fundamental para el crecimiento del alumno; les permite utilizar sus experiencias, tanto fracasos como logros, para obtener valiosas lecciones. De esta forma, comprender los errores forma parte del proceso educativo y les prepara para enfrentarse a obstáculos o dificultades con criterio y sin miedo a equivocarse.
- Adoptar un **rol motivador**, manteniendo el interés de sus compañeros para hacer las clases más fructíferas y entretenidas. La motivación y el entusiasmo de un alumno pueden tener un efecto positivo en el grupo (Garrido, 2022), contribuyendo a un ambiente de aprendizaje dinámico y estimulante.

En el contexto de la situación de aprendizaje que se presenta en este documento, el alumno es el protagonista de su propia educación, asumiendo un rol proactivo como investigador. Esta posición les permite dar rienda suelta a su creatividad e imaginación, aplicándolas en sus proyectos. Los alumnos deben estar dispuestos a expresarse y ofrecer sus puntos de vista, fomentando el diálogo entre iguales y siendo críticos con los pasos que toman.

La intención es que los alumnos no solo avancen en su aprendizaje académico, sino que también desarrollen habilidades sociales y emocionales que serán cruciales a lo largo de su vida. Al asumir un papel activo en su

educación, los estudiantes aprenderán a trabajar de manera independiente y colaborativa, resolver problemas y enfrentarse a desafíos con confianza. Este enfoque integral les preparará mejor para su futuro personal y profesional, dotándolos de las competencias necesarias para ser ciudadanos comprometidos y responsables.

1.4. Metodologías activas

“Las metodologías activas son una serie de estrategias y técnicas que buscan el aprendizaje efectivo del alumnado, a la vez que fomentan la participación activa, la colaboración y la aplicación práctica de conocimientos” (Aguirre, 2021). Estas pretenden enriquecer la relación del alumno con su medio, aumentando las experiencias adquiridas y las habilidades desarrolladas.

En este contexto, el aprendizaje efectivo se entiende como aprendizaje significativo. Esto implica que el alumno debe integrar los nuevos contenidos con sus conocimientos previos, contextualizándolos para lograr una comprensión más amplia y aplicable.

La participación activa, como su propio nombre indica, es aquella en la que el alumno toma la iniciativa y no es un sujeto pasivo que se limita a responder al docente. El alumno verbaliza sus dudas, discute y resuelve las de sus compañeros, y participa en actividades grupales, todo ello en un ambiente controlado.

Existen muchas metodologías diferentes que se consideran metodologías activas (Aguirre, 2021). Entre ellas están el aprendizaje colaborativo, que se centra en la interacción alumno-alumno; la “flipped classroom”, en la que el estudio de las lecciones se hace en casa para hacer actividades o resolver dudas y problemas en clase; el aprendizaje basado en problemas (ABP), que se centra en la resolución de problemas en el aula, dando importancia al método para lograr las soluciones por encima de las soluciones mismas; la investigación-acción, que se basa en la planificación y mejora de los proyectos educativos por parte del docente; e incluso la gamificación, que trata de crear juegos educativos que transmitan los contenidos manteniendo un alto interés. Con el tiempo, estas metodologías han ido ganando relevancia en el ámbito educativo y han inspirado la creación de metodologías similares; por ejemplo, el aprendizaje basado en retos y el aprendizaje basado en proyectos son similares en concepto al ABP.

A continuación se van a describir el aprendizaje colaborativo y la investigación-acción, pero utilizados como estrategias para fundamentar y expandir la metodología que se va a emplear, el aprendizaje basado en proyectos.

1.4.1. Aprendizaje colaborativo

Son grupos que durarán un largo periodo de tiempo, lo que permite escoger a los alumnos estratégicamente para complementar a sus compañeros y mejorar la dinámica de grupos.

El aprendizaje colaborativo es un modelo de enseñanza entre iguales que capitaliza la interacción alumno-alumno, la más común dentro del ambiente escolar. Resulta esencial planificar y guiar estas interacciones para convertirlas en experiencias enriquecedoras (Thurston, A. et al., 2007). Se puede crear una dinámica distinta y que sea aprovechable para la creación de un entendimiento conjunto, gracias a que entre los estudiantes no existen “diferencias de poder”, todos tienen la misma jerarquía social y así es como generalmente se perciben entre ellos.

“La co-operación a través de la conversación permite a los aprendices reconstruir y elaborar sus ideas a través del diálogo entre iguales” (Thurston, A. et al., 2007). Es importante que los alumnos reordenen sus ideas, adaptando las ideas nuevas en sus esquemas de conocimiento previos, con criterio, resolviendo sus dudas al dialogar con sus compañeros. Todo esto permite un aprendizaje significativo de alta calidad, exigente con el docente, que debe estar atento para corregir a sus alumnos, evitando el aprendizaje de conceptos erróneos. Por esto es tan importante el papel del profesor, incluso en metodologías activas, donde es considerado secundario para el aprendizaje.

En este tipo de dinámica, se pueden formar distintos tipos de grupo, los grupos informales, los grupos base y los grupos formales (EUROINNOVA, 2021).

El grupo informal es aquel que no dura más de una clase y que está enfocado a la realización de una sola tarea. Por el lado contrario, el grupo base es aquel que dura largos periodos de tiempo, incluso el año escolar entero y que apoyan a sus miembros durante este tiempo. Los grupos formales tienen una duración intermedia y en ocasiones son subdivisiones del grupo base, creados para una tarea específica.

1.4.2. Investigación-acción

Es una vía por la cual los docentes reevalúan su propio trabajo y lo transforman, buscando mejorar las enseñanzas que reciben sus estudiantes. Es un ciclo secuencial que alterna la planificación (desarrollo o mejora de actividades, resolución de problemas, innovación en el aula, etc), la implementación de estas ideas (acción), y una recogida y análisis de los resultados, viendo la efectividad de sus propuestas y los puntos en los que flaquean, para volver a planificar.

Existen tres modelos principales, propuestos por Grundy (Grundy, S., 1982) y que se van a describir basándose en (Herrerías, 2004).

- **Modelo Técnico**

El docente realiza la investigación durante la planificación y crea situaciones o actividades con resultados conocidos. El alumno no tiene por qué investigar en este modelo, sino que realiza actividades siguiendo un camino ya pavimentado.

- **Modelo Práctico**

En este caso es el alumno el que pavimenta su camino. Los alumnos realizan proyectos de investigación de forma autónoma y en las que el docente solo es un apoyo que pueda reconducirlos. El objetivo es la comprensión de la realidad por cuenta propia, dando valor a la experiencia y al descubrimiento.

■ **Modelo Crítico o Emancipado**

Es similar al modelo anterior, pero busca profundizar en los conceptos que investigan los alumnos y se enfoca en su aplicación sobre otras disciplinas del conocimiento y los problemas de la sociedad. Relaciona los contenidos con cuestiones éticas o su efecto sobre cómo se transforma la sociedad.

En esta unidad se utiliza la investigación-acción de carácter mayoritariamente técnico. De los tres modelos de investigación-acción, este es el que proporciona menor autonomía a los discentes. Sin embargo, este enfoque puede ser el más beneficioso en este caso, ya que introduce a los alumnos al rol de investigador³ sin limitarlos por su inexperiencia. Así desarrollan sus habilidades en un entorno más controlado.

Esta modalidad tiene una clara ventaja: es altamente productiva, ya que permite al docente controlar la evolución de las experiencias, asegurando un aprendizaje más estructurado y guiado. Sin embargo, la modalidad técnica no es la única empleada.

El modelo de investigación-acción crítico o emancipatorio también se integra en el proceso educativo. Este modelo permite a los alumnos desarrollar en profundidad sus habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, invitándolos a pensar "fuera de la caja" para superar dificultades y obstáculos que surjan durante la investigación. Además, fuerza a los alumnos a establecer límites sobre lo que es viable, atendiendo a la realidad social de cada uno y garantizando un aprendizaje personalizado. Para muchos autores como Carr y Kemmis (Carr y Kemmis, 1988) y la propia Grundy, este es un modelo superior, ya que ofrece un enfoque más contextualizado y particularizado del aprendizaje.

Un estudio sobre la eficacia tanto de la investigación-acción como del aprendizaje colaborativo en la enseñanza de las ciencias, mostró resultados significativos en la motivación de alumnos con dificultades de aprendizaje (Resende y Bassoli, 2021). Indicando que su aplicación es muy positiva para alumnos escépticos hacia la ciencia o con baja motivación, ocurrencia común en cursos donde Física y Química es materia obligatoria.

Por estas razones, se plantea un proyecto que combina ambos modelos, permitiendo a los alumnos aprovechar sus experiencias como investigadores a lo largo del curso para realizar una investigación con un grado creciente de autonomía. Esta combinación de modelos, junto con la guía del docente y el desarrollo de contenidos transversales, es ideal para alcanzar todos los objetivos fijados en este documento.

³En este caso, los proyectos que se plantean son experiencias de laboratorio en las que actuarán como investigadores. Es por esto, que el modelo técnico también enseña a los alumnos a investigar.

1.4.3. Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos es un modelo en el que el docente plantea una pregunta y en el que la creación de soluciones es el proceso de aprendizaje, rompiendo la "dinámica lineal del tema-examen" (Nicolás y Ramos, 2019). Se trata, por tanto, de una metodología de enseñanza activa que fomenta la creatividad y otorga importancia al producto final, sin relegar al olvido al proceso mediante el cual se obtiene.

Es una metodología que se nutre del marco teórico presentado, ya que, según la subsecretaría de educación básica: "Es muy importante que los estudiantes se enfrenten a una problemática real que deberán resolver siguiendo un proceso de investigación-acción, movilizándolo conocimientos, habilidades y actitudes de una forma interdisciplinaria y colaborativa" (Subsecretaría de educación básica, 2022). Además, añaden que los alumnos deben trabajar en grupo para realizar los proyectos, ya que es una metodología que involucra un alto nivel de investigación por parte del alumno, por lo que trabajar en equipo les permite superar obstáculos que, de manera individual, podrían resultar infranqueables.

Los proyectos deben de presentar un desafío interesante para el alumnado. Un trabajo excesivamente complicado, les desmotivará dañando su autoconcepto y generando un estrés innecesario; mientras que un proyecto muy sencillo, resultará aburrido y carente de interés. La dificultad adecuada, por tanto, es aquella que les obligue a reflexionar sobre cómo afrontar los problemas y obstáculos que plantea cada proyecto, pero puedan resolver con facilidad con la ayuda de un compañero.

Este modelo es especialmente efectivo a la hora de plantear cuestiones sociales, en este caso, ecológicas; puesto que pone en valor las enseñanzas y sus aplicaciones directas. Además, promueve la concienciación sobre grandes problemáticas y la búsqueda de posibles soluciones. Los estudiantes llegarán a estas soluciones mediante su propio criterio y tendrán la oportunidad de debatirlas con sus compañeros. Este proceso de discusión les permitirá identificar posibles fallos y mejorar sus propuestas, enriqueciendo sus ideas con los nuevos puntos de vista aportados por el trabajo en equipo.

2. Metodología

2.1. Justificación

Los contenidos de Física y Química a menudo son percibidos como conocimientos inaplicables a la vida diaria o difíciles de relacionar con otras asignaturas, a pesar de sentar las bases de todas las ciencias, y superar esta percepción es una de las tareas más importantes para un docente de esta materia.

En ese sentido, el estudio y comprensión de la cocina, una de las actividades más cotidianas y la cual está estrechamente relacionada con procesos fisicoquímicos, permite a los alumnos apreciar la utilidad de los contenidos de Física y Química, además de promover una actitud positiva hacia la ciencia.

Cocinar implica realizar experimentos químicos complejos en los que se transforman ingredientes (reactivos) en platos (productos), un proceso que pertenece principalmente a la rama de la química orgánica. Además, la mayoría de los aparatos de cocina son tecnologías desarrolladas gracias a la comprensión de principios físicos que afectan la velocidad del proceso de cocción o que son directamente necesarios para llevarlo a cabo. Por tanto, tener una comprensión más profunda de la cocina es, en esencia, aprender sobre todas las ciencias. Es más, esta relación se cumple en ambos sentidos, una alta comprensión de la ciencia y los procesos que involucran a los alimentos es lo que ha permitido la reciente creación de la cocina molecular, en la que España es pionera.

Las ventajas no acaban aquí, sino que la enseñanza de técnicas culinarias es muy beneficiosa para el alumnado. Es una habilidad que la mayoría van a necesitar, y hacerlo desde un punto de vista científico permite sentar unas bases para que los alumnos aprendan más sobre nutrición, ecología y sostenibilidad de los recursos⁴. Según un estudio realizado sobre la población estadounidense, la enseñanza culinaria está altamente valorada por el público (Wolfson, Frattaroli, Bleich, Smith, y Teret, 2017).

De hecho, en muchos países se imparten asignaturas de cocina, principalmente como optativas en educación secundaria o mediante cursos en primaria. La mayoría de estas asignaturas implican la preparación de recetas de repostería, que se asemejan ligeramente a las prácticas de química en un laboratorio, al seguir recetas con cantidades relativamente estrictas. Dicha similitud, constituye la principal motivación a la hora de plantear esta situación de aprendizaje.

2.2. Contextualización

Una situación de aprendizaje necesita ser contextualizada y adaptada a un curso escolar, además de tener en cuenta los recursos de los que dispone el centro en la que se imparta.

⁴Tanto es así, que hay propuestas para modificar el currículo escolar e introducir una asignatura sobre la cocina como método de desarrollo de los ODS (Navarrete y Navarrete, 2023).

La situación está específicamente diseñada para 2º de a ESO, y se va a contextualizar en el curso escolar 2023-2024, en el centro palentino IES Virgen de la Calle (Palencia), ya que su centro cuenta con una cocina en las instalaciones preparada para la enseñanza de formación en cocina y gastronomía en su amplia oferta educativa. La situación requiere de un total de trece sesiones de 50 minutos, y se va a temporalizar para una clase hipotética de 20 alumnos, 2ºC de la ESO.

Las actividades tratan una amplia variedad de contenidos transversales e interdisciplinarios. Dado que la mayoría de los procesos en cocina tienen que ver con nutrición y la química orgánica, los contenidos interdisciplinarios son fundamentalmente biológicos, aunque las actividades “Cocina de inducción” y “Cocina a presión” se enfocan en los instrumentos (tecnología) que nos permiten cocinar.

Respecto a las instalaciones, la cocina del centro se usa con bastante frecuencia, por lo que la temporalización de la asignatura necesita adaptarse al horario de la formación profesional. En la Tabla 1 se muestra cuándo se realiza cada experiencia de laboratorio con el grupo de 2ºC, a las que hay que añadir las actividades en el aula, para las que no hacen falta espacios especiales y no hace falta cuadrar horarios con otros cursos.

Tabla 1: Temporalización de las prácticas de laboratorio.

Actividad	A.8, B.3	A.6	A.7	A.10, B.2	A.2	A.3, B.1	A.9
Fecha	11 Octubre	24 Noviembre	4 Diciembre	22 Diciembre	7 Febrero	6 Marzo	3 Mayo

Se va a suponer, de forma orientativa, que la situación de aprendizaje convive con otras ocho unidades didácticas, distribuidas de una forma más convencional. Tres unidades tanto en el primer como el segundo trimestre y dos en el último.

2.3. Fundamentación curricular

2.3.1. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación son los estándares de aprendizaje que se utilizan para medir la evolución o desarrollo de cada una de las competencias específicas del alumno.

Las competencias específicas (CE) son las habilidades y conocimientos particulares que los estudiantes deben desarrollar en una determinada área o materia, que se centran en objetivos de aprendizaje concretos dentro de una disciplina. El seguimiento del desarrollo de estas competencias, asegura que los alumnos adquieren no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades prácticas para aplicar lo aprendido en situaciones reales.

Existen seis CE, cada una de las cuales cuenta con sus propios criterios de evaluación que se describen a continuación modificando los originales de (*DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece*

la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, 2022).

CE1: Se basa en comprender los principales fenómenos fisicoquímicos más cotidianos y relevantes en la vida diaria. A su vez, ser capaz de establecer relaciones de causalidad, entre dichos fenómenos y las leyes o modelos científicos. En definitiva, entender el mundo a través del pensamiento científico. Para evaluarla, se usan los criterios:

- 1.1. Comprender y describir los fenómenos fisicoquímicos más cotidianos e importantes, apoyando sus argumentos en la teoría o en fuentes válidas de información.
- 1.2. Resolver problemas fisicoquímicos aplicando los conceptos y procedimientos adecuados, explicando los razonamientos.
- 1.3. Reconocer el impacto de la ciencia sobre problemáticas o necesidades de su entorno.

CE2: Observar fenómenos para realizar hipótesis lógicas y falsables, sobre las leyes físicas que los gobiernan. También, apoyar o contradecir sus propias hipótesis por medio de evidencias científicas. Para evaluarla, se usan los criterios:

- 2.1. Usar el método científico para la descripción de fenómenos, a través de la investigación y deducción, y el razonamiento lógico-matemático.
- 2.2. Comprobar o refutar hipótesis de forma analítica, seleccionando la metodología adecuada para una resolución óptima.
- 2.3. Formular hipótesis coherentes con la teoría o modelos que afecten a los sucesos a describir.

CE3: Conocer y aplicar un lenguaje científico y matemático, aclarando las unidades de cada magnitud, utilizando las normas de la IUPAC y conociendo diferentes recursos para la comprensión o representación de datos, como tablas o gráficas. Conocer también las normativas de seguridad y actuación en espacios como el laboratorio. Para evaluarla, se usan los criterios:

- 3.1. Utilizar diferentes formatos para la descripción o representación de datos, señalando la información relevante para la resolución de problemas o comprobación de hipótesis.
- 3.2. Comprender y aplicar las normas de comunicación científica, los sistemas de unidades, el lenguaje lógico-matemático y otras convenciones de nomenclatura.
- 3.3. Seguir las normas de cada espacio para su uso seguro y sostenible, teniendo en mente la seguridad propia y colectiva.

CE4: Utilizar una amplia diversidad de recursos para lograr una comunicación efectiva y crítica, de intuitiva comprensión, que empleen la creatividad del comunicador. Dominando tanto medios digitales como tradicionales y fomentando el aprendizaje social. Para evaluarla, se usan los criterios:

4.1. Utilizar recursos variados para el aprendizaje y comunicación de los sucesos científicos. Esto incluye tablas, gráficos, dibujos o representaciones, tanto físicas como digitales.

4.2. Usar fuentes de información fiable y contrastada, y trabajar de forma adecuada siguiendo las pautas básicas del método científico.

CE5: Colaborar entre iguales para investigar y establecer la importancia de la ciencia en la evolución de la sociedad y la repercusión de los avances científicos y tecnológicos para la misma. Para evaluarla, se usan los criterios:

5.1. Colaborar de forma constructiva para la coeducación.

5.2. Investigar, guiado por el docente, en pequeños proyectos para la mejora algunos problemas o factores que afectan negativamente a la sociedad.

CE6: Comprender la ciencia como un proceso en constante evolución, donde los descubrimientos y mejoras en los modelos e interpretaciones son impulsados por cambios de paradigma y la interacción con diversos campos del conocimiento y la sociedad en su conjunto. Para evaluarla, se usan los criterios:

6.1. Reconocer los avances científicos, logrados por hombres y mujeres, a lo largo de la historia y sus efectos en la tecnología, la sociedad y en el enfoque actual de la propia ciencia.

6.2. Identificar soluciones sostenibles y efectivas que la ciencia ofrece para resolver problemas tecnológicos, ambientales y económicos en su entorno.

En la Tabla 2 se relaciona las actividades con los criterios de evaluación.

Tabla 2: Actividades en las que se aplican los criterios de evaluación. P.F. es el proyecto final, P.O. es la presentación oral y para el resto se utiliza el número de sección en la que están presentes en este documento.

Competencia específica	Criterio evaluación	Actividades
1. Establecer relaciones causa-efecto entre fenómenos cotidianos y leyes fisicoquímicas.	1.1. Comprender y describir los fenómenos fisicoquímicos más cotidianos e importantes.	Todas
	1.2. Resolver problemas fisicoquímicos aplicando los conceptos y procedimientos adecuados.	Experimentos y P.F.
2. Interpretar fenómenos realizando hipótesis y aplicar el método científico para comprobarlas.	1.3. Reconocer el impacto de la ciencia sobre su entorno.	Todas
	2.1. Usar el método científico para describir fenómenos.	Todas
	2.2. Comprobar o refutar hipótesis de forma analítica.	Experimentos
3. Conocer y aplicar un lenguaje científico y técnico.	2.3. Formular hipótesis coherentes con la teoría.	A.2, A.3, A.7 y A.9
	3.1. Utilizar diferentes formatos para la descripción de datos.	P.F. y P.O.
	3.2. Comprender y aplicar las normas sobre la comunicación científica.	Experimentos
4. Utilizar una amplia diversidad de recursos para lograr una comunicación efectiva.	3.3. Seguir las normas de cada espacio para su uso seguro y sostenible.	Experimentos
	4.1. Utilizar recursos variados para el aprendizaje.	P.F. y P.O.
5. Potenciar la colaboración para crear una comunidad científica crítica y eficiente.	4.2. Usar fuentes de información fiable y trabajar de forma adecuada.	P.F. y P.O.
	5.1. Colaborar de forma constructiva para la co-educación.	Todas
6. Comprender la ciencia como un constructo que evoluciona y en la que participa toda la sociedad.	5.2. Investigar pequeños proyectos para la mejora de la sociedad.	P.F. y P.O.
	6.1. Reconocer los avances científicos a lo largo de la historia y sus efectos en la sociedad.	P.F. y P.O.
	6.2. Detectar las soluciones sostenibles que ofrece la ciencia a problemas de su entorno.	A.2, A.3, P.F. y P.O.

2.3.2. Competencias clave y descriptores operativos

Los descriptores operativos son elementos clave en el currículo educativo, que permiten medir de manera concreta y precisa el grado de adquisición de las competencias clave por parte de los estudiantes. Estos descriptores se definen de manera que se pueda observar y verificar su aplicación en diferentes contextos de aprendizaje, específicos para la materia. A través de estos descriptores, se busca asegurar que los alumnos no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y actitudes necesarias para su formación integral.

Por su parte, las competencias clave son un conjunto de habilidades y conocimientos desarrollados interdisciplinariamente, lo que significa que no son específicos de una materia, sino que todas las asignaturas contribuyen a su evolución; con el objetivo de preparar a los estudiantes para la vida adulta y profesional, fomentando su capacidad para adaptarse y continuar aprendiendo a lo largo de su vida.

Se desarrollan de la siguiente manera, siguiendo las indicaciones del (*Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.*, 2022):

■ Competencia en comunicación lingüística (CCL):

Explicar fenómenos fisicoquímicos con coherencia y precisión, usando recursos adecuados para consultar información y comunicarse de manera efectiva en contextos científicos y culinarios.

CCL1 Se expresa adecuadamente en diversos contextos y participa en interacciones comunicativas de manera cooperativa y respetuosa.

CCL2 Comprende, interpreta y valora críticamente textos de diferentes ámbitos para participar activamente y construir conocimiento.

CCL3 Localiza, selecciona y contrasta información de diversas fuentes, evaluando su fiabilidad, y las utiliza para comunicarse de manera creativa y crítica.

CCL5 Utiliza la comunicación para promover la convivencia democrática, la resolución de conflictos y la igualdad de derechos.

■ Competencia plurilingüe (CP):

Utilizar lenguas adicionales para comunicarse eficazmente en investigación científica.

CP3 Conoce, valora, respeta e integra en su vocabulario la diversidad lingüística presente en la sociedad.

■ Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM):

Aplicar métodos inductivos y deductivos para comprender fenómenos físico-químicos, usar el método científico en experimentos culinarios y colaborar para interpretar resultados y promover prácticas

sostenibles.

STEM1 Emplea métodos matemáticos para resolver problemas, analizando soluciones y ajustando procedimientos si es necesario.

STEM2 Usa el pensamiento científico para entender y explicar fenómenos, formulando preguntas y comprobando hipótesis mediante la experimentación y la indagación.

STEM3 Plantea y desarrolla proyectos, evaluando prototipos en equipo, resolviendo conflictos, con flexibilidad y valorando la sostenibilidad.

STEM4 Comunica procesos y resultados científicos, matemáticos y tecnológicos de manera clara y precisa en diversos formatos, el lenguaje matemático.

STEM5 Realiza acciones científicamente fundamentadas para promover la salud y preservar el medio ambiente.

■ **Competencia digital (CD):**

Utilizar tecnologías digitales de manera segura, crítica y responsable para seleccionar información, comunicar y producir materiales en formatos científicos y culinarios.

CD1 Realiza búsquedas en internet críticamente, seleccionando y archivando resultados, respetando la propiedad intelectual.

CD2 Usa herramientas digitales para construir conocimiento y crear contenidos, eligiendo las más adecuadas según la tarea.

CD3 Se comunica y colabora en plataformas virtuales, gestionando su presencia en la red para una ciudadanía digital activa y reflexiva.

CD4 Identifica riesgos y toma medidas preventivas al usar tecnologías digitales, protegiendo dispositivos, datos personales, salud y medioambiente.

■ **Competencia personal, social y aprender a aprender (CPSAA):**

Integrar experiencias de sus iguales, evaluar el proceso de aprendizaje personal y social.

CPSAA1 Controla y expresa sus emociones con asertividad, fortaleciendo su optimismo y motivación por aprender.

CPSAA2 Comprende los riesgos para la salud, consolidando estilos de vida saludables.

CPSAA3 Busca entender las perspectivas y experiencias de sus compañeros y las incorpora en su aprendizaje.

CPSAA4 Autoevalúa su aprendizaje, buscando fuentes fiables para validar y contrastar la información y obtener conclusiones relevantes.

■ **Competencia ciudadana (CC):**

Respetar normativas y dialogar de manera respetuosa en entornos de investigación y cocina, valorando avances científicos y enfrentando dilemas éticos relacionados.

CC1 Comprende y aplica normas de convivencia de manera inclusiva, a través del diálogo, reflexionando sobre las dinámicas sociales relevantes.

CC3 Analiza problemas éticos actuales con respeto a la diversidad cultural y la necesidad de cuidar el medio ambiente, rechazando cualquier forma de discriminación o violencia.

CC4 Entiende las interrelaciones entre las acciones humanas y el entorno, adoptando un estilo de vida sostenible.

■ **Competencia emprendedora (CE):**

Aplicar el pensamiento científico para evaluar y replantear ideas en proyectos innovadores y sostenibles en contextos científicos y culinarios, incluyendo aspectos ecológicos y económicos.

CE1 Propone soluciones innovadoras y éticas, evaluando su sostenibilidad y el impacto en el entorno.

CE2 Aplica estrategias de autoconocimiento para evaluar fortalezas y debilidades, comprendiendo conceptos básicos de economía y finanzas.

CE3 Crea y desarrolla ideas originales, cooperando y evaluando el proceso y resultado obtenido como parte de una iniciativa emprendedora.

■ **Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC):**

Expresar ideas con creatividad y razonamiento crítico en términos científicos, valorando la diversidad cultural y sacando conclusiones de valor de los argumentos de otros.

CCEC1 Conoce y aprecia el patrimonio cultural y artístico, participando en su conservación.

CCEC2 Analiza y aprecia las manifestaciones artísticas y culturales destacadas, identificando sus características técnicas y expresivas.

CCEC3 Expresa ideas, emociones y opiniones a través de producciones artísticas y culturales, desarrollando su creatividad.

CCEC4 Utiliza creativamente diferentes medios y técnicas plásticas, visuales, audiovisuales, sonoras o corporales para crear propuestas artísticas y culturales.

La calificación del desarrollo de las competencias clave está estrechamente relacionado con las competencias específicas, menos horizontales y sus criterios de evaluación. Esto se ve reflejado en la Tabla 3.

Tabla 3: Relación de los descriptores operativos con las competencias específicas

CE	Descriptor operativo
1	CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4
2	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM 4, CD1, CPSAA4, CE1, CCEC3
3	STEM4, STEM5, CD3, CPSAA2, CPSAA4, CC1, CCEC2, CCEC4
4	CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4, CE3, CCEC4
5	CCL5, CP3, STEM3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2
6	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC3, CC4, CCEC1

2.3.3. Contenidos

Los contenidos son recogidos expresamente según los describe el BOCyL (*DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, 2022*) para 2º de ESO en Física y Química, ya que amplía los saberes básicos del BOE (*Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria., 2022*). La Tabla 4 muestran los contenidos que se van a trabajar en la unidad de los bloques B-La materia y C-La energía, y los codifica.

Tabla 4: Contenidos a desarrollar en la situación de aprendizaje.

Nº	Contenido	Bloque
1	Métodos de preparación de mezclas	B La materia
2	Utilización de métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas	B La materia
3	Conocimiento y descripción de las propiedades de los sistemas materiales	B La materia
4	Teoría cinético-molecular: Los cambios de estado	B La materia
5	Diferentes formas de energía y su transformación	C La energía
6	Diseño y comprobación experimental de hipótesis relacionadas con el uso doméstico e industrial de la energía eléctrica	C La energía
7	Efectos del calor sobre la materia: análisis de los efectos y aplicación cualitativa en situaciones cotidianas	C La energía

También se trabajan a lo largo de todas las actividades, ya sea de forma directa o colateral, “Sustancias de uso frecuente y conocido” del bloque B-La materia y los siguientes contenidos del bloque A-Las destrezas científicas básicas:

- a) Trabajo experimental y proyectos de investigación sencillos y guiados

- b) Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias, instrumentos y herramientas tecnológicas
- c) Normas de uso elementales de cada espacio
- d) Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en la mejora de la sociedad

2.4. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es adaptar los contenidos designados para impartirlos de manera efectiva, superando o aliviando diversas dificultades de aprendizaje. Este objetivo se persigue mediante un enfoque social e integrador, donde se normaliza la diversidad y se procura que todos los alumnos reciban un trato equitativo en la medida de lo posible. La educación que reciben no se limita a los contenidos académicos, sino que también incluye valores, como el respeto y el apoyo mutuo. Es fundamental que los alumnos ayuden a sus compañeros a superar los obstáculos que enfrentan y entiendan el valor del trabajo en equipo.

La intención final del proyecto es lograr una educación en la que las diferencias sean aceptadas y normalizadas. Se busca un enfoque centrado en las fortalezas de cada alumno, asegurando que el trato a cada uno sea lo más justo posible. Esto implica fomentar un ambiente en el que se valoren las capacidades individuales y se brinde apoyo tanto académico como emocional, promoviendo una convivencia inclusiva y respetuosa, fundamentada en la concienciación.

Por supuesto, también se trabaja para lograr los objetivos de etapa, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y otros objetivos propios de la situación de aprendizaje.

2.4.1. Objetivos didácticos

Este proyecto docente pretende encontrar una vía para la enseñanza de Física y Química, que sin dejar de ser educativa, sea altamente motivadora, integradora y aplicable en su día a día. Que vean la aplicabilidad de la teoría, aprendan a apreciar su diversidad y disfruten la asignatura.

Para ello se busca lograr los siguientes objetivos:

- I - Afrontar los desafíos que suponen las dificultades de aprendizaje sociales, inculcando la aceptación entre iguales, y educando a los alumnos para concienciarlos sobre estas dificultades y como lidiar con ellas.
- II - Enseñar recetas, técnicas de cocina y seguridad alimentaria. Cocinar es una habilidad importante que todo el mundo va a necesitar alguna vez, pero que el sistema educativo actual no enseña ni desarrolla.
- III - Emplear alimentos duraderos y baratos en la medida de lo posible. Así mismo, las recetas llevarán el mínimo número de ingredientes posibles. Se ha de sentar un ejemplo de sostenibilidad ecológica y

económica, de la que los alumnos puedan nutrirse para ser mejores ciudadanos.

IV - Acostumbrar a los alumnos al entorno del laboratorio y al trabajo en equipo. La situación de aprendizaje cuenta con un gran número de experiencias que deben realizar los alumnos por parejas, en la que puedan manipular productos y desarrollar sus habilidades con mayor seguridad.

2.4.2. Objetivos de etapa

Los objetivos de etapa que cumple esta situación de aprendizaje son amplios, ya que se centra en el aprendizaje colaborativo y en la preparación de los alumnos como futuros ciudadanos responsables, concepto recurrente entre los objetivos. A continuación, se describe una adaptación de estos objetivos, obtenidos de (*DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, 2022*), para aplicarlos en este proyecto docente:

- Promover el reconocimiento y uso de fuentes viables de información para evitar noticias falsas, desarrollando la capacidad crítica de los estudiantes para discernir la veracidad de la información científica.
- Facilitar la colaboración entre alumnos, fomentando el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, habilidades esenciales tanto en el ámbito académico como en la vida cotidiana.
- Potenciar un nivel de investigación adecuado a su etapa educativa, las actividades están diseñadas para despertar la curiosidad de los estudiantes y promover la integración de conocimientos de otras materias, como biología, logrando un aprendizaje integral y significativo.
- Proveer una base sólida de conocimientos en física y química, que permita a los estudiantes tener una actuación crítica y responsable ante los problemas ecológicos y ambientales que enfrenta la sociedad actual.

Estos objetivos no solo buscan la adquisición de conocimientos específicos de física y química, sino también la formación de habilidades críticas y colaborativas, esenciales para el desarrollo de ciudadanos informados y comprometidos con su entorno.

2.5. Recursos

La situación de aprendizaje se centra en las experiencias de laboratorio, por lo que se necesita una gran variedad de materiales y otros recursos para la realización de las prácticas.

- Aula especializada para la preparación de comida: en la que sea seguro preparar y consumir alimentos. De ser posible, con acceso a agua potable.

- Cocina de inducción (preferiblemente), fogones o vitrocerámica: es importante que haya al menos una para cada grupo.
- Utensilios de cocina y recipientes: Ollas exprés, sartenes tanto de hierro fundido como antiadherentes, boles, tarros de cristal, cuchillos, batidoras, balanzas, tablas para cortar y espátulas de madera.
- Material de laboratorio: se utilizan probetas y vasos de precipitados para fortalecer aún más la relación entre las recetas y una experiencia de laboratorio. Este material debe ser específico para el aula de cocina, de lo contrario sería preferible utilizar vasos medidores para cocina, por razones de seguridad.
- Alimentos: Para la cocina, se seleccionan una serie de alimentos, basándose en su rentabilidad o propiedades, incluyendo alimentos no perecederos en la medida de lo posible.

Como se deja claro en la Sección 2.4, se intenta reducir la diversidad alimentos utilizada al máximo, para reducir costes y para evitar que haya excedentes de alimentos que se tengan que descartar. A su vez, se trata de utilizar alimentos nutritivos, baratos y de lenta descomposición. En la Tabla 5, se muestra el material de laboratorio utilizado por cada grupo base en cada práctica, sin contar alimentos.

El coste total del material, sin contar alimentos ni las sartenes de hierro, asciende a 223,92€ por pareja de alumnos. Las sartenes de hierro tienen un coste total de 29,97€, resultando en un presupuesto total de 2269,17€ para una clase de 20 alumnos.

Aunque puede parecer elevado, la mayoría del material, y especialmente los recursos de precios más elevados, son objetos comunes en un aula de cocina. Estos gastos solo reflejan el presupuesto necesario si se debe equipar un aula desde cero. Además, estos elementos más costosos pueden ser duraderos, representando una inversión a largo plazo. Por ejemplo, se puede reducir el presupuesto disminuyendo el número de balanzas, ya que no hace falta una por pareja.

Fuera de este material y volviendo a los alimentos, para minimizar costes y evitar desperdicios, se reduce en la medida de lo posible la diversidad de alimentos utilizados. Se eligen alimentos nutritivos, baratos y de lenta descomposición. Los alimentos frescos se compran en la cantidad exacta necesaria, como en el caso de los huevos, que se utilizan en varias prácticas, compra inevitable gracias a sus educativas y variadas propiedades. Además, se incluyen condimentos esenciales como sal, aceite y vinagre, que son duraderos y tienen propiedades fisicoquímicas interesantes.

El presupuesto para realizar las actividades propuestas en la temporalización, contando todo el material (como si hubiese que equipar desde cero el laboratorio o cocina) salvo el gasto en luz y electricidad, y el gasto en alimentos para cada actividad que se realiza (109,98€), el cual se menciona en la descripción de las prácticas; es de 2379,15€. En el que el grueso del precio proviene de materiales reutilizables, duraderos y con los que típicamente contaría una cocina.

Para el resto de actividades, no harán falta muchos recursos, puesto que tienen que prepararlos los propios

Tabla 5: Materiales utilizados por pareja en cada práctica y su coste.

Material	Coste €	Práctica	Cantidad
Báscula	12,99	A.2, A.5, A.8, A.10	1
Batidora	20,99	A.6, A.5	1
Cocina de inducción	39,90	A.7, A.10, A.3, A.8, A.9, A.4, A.2, B.1	1
Colador	1,17	A.10	1
Cuchillo	3,99	A.1, A.2, A.4	2
Embudo	1,04	A.5	1
Gotero	1,69	A.5	1
Jeringuilla 100ml	1,01	A.5	1
Mandolina con agarre de seguridad	11,03	A.1, A.4, A.2	1
Matraz aforado 500ml	24,24	A.5	1
Ollas exprés	32,89	A.7, A.10, A.8, A.4, A.2	1
Plancha de metal	5,87	A.3	1
Plato hondo	2,99	A.9	1
Probeta 250ml	8,45	A.7, A.5	1
Probeta 100ml	4,12	A.6, A.5	1
Probeta 50ml	4,00	A.10, A.2	1
Probeta 10ml	2,95	A.6	1
Sartén antiadherente	7,99	A.9	1
Sartén de hierro	9,99	A.1	3 total
Tarro de cristal	1,15	A.1, A.4	2
Termómetro	4,99	A.7, A.9	1
Trapo de cocina fino	3,59	A.10, A.4	1
Vaso de precipitados 1l	3,67	A.5	1
Vaso de precipitados 500ml	2,07	A.5, A.2	2
Vaso de precipitados 250ml	1,34	A.8	1
Vidrio de reloj	1,43	A.5, A.8, A.10	2

alumnos. En caso de que el centro cuente con proyectores o pantallas, se permitirá su uso durante las exposiciones orales, aunque se incentiva que creen paneles o pósteres impresos.

2.6. Temporalización

En esta sección se va a temporalizar la implementación de la situación de aprendizaje en un curso de Física y Química en 2º de ESO en la ciudad de Palencia, en el que hay tres horas semanales de clase.

Se han seleccionado el lunes, el miércoles y el viernes como los días en los que se imparte la asignatura. Teniendo en cuenta los puentes, fiestas y vacaciones, hay un total de 102 sesiones, aunque el número puede variar ligeramente si se designan días diferentes.

De esas 102 sesiones, 13 están destinadas a la situación de aprendizaje, contando los últimos días de clase en los que se realiza un pequeño evento relacionado con la situación.

La mayoría de las actividades realizadas en el aula, se sitúan en el primer trimestre, para preparar a los alumnos para la realización de sus proyectos y porque las actividades tienen mayor relación con los dos primeros bloques de contenido de la asignatura; ya que una parte importante de la situación de aprendizaje se realiza de forma autónoma, en el hogar de cada alumno, especialmente entre el segundo y tercer trimestre.

La Figura 1, muestra como quedaría el calendario escolar.



Figura 1: Ejemplo de calendario escolar. Los días en rojo son fiestas nacionales, el día en verde es fiesta regional (palentina), los días azules son los días en los que hay clase y los amarillos en los que se realiza una actividad de la situación de aprendizaje.

2.7. Actividades

Esta situación de aprendizaje pretende acercar la ciencia a la vida diaria de los estudiantes, además de enseñarles las bases del trabajo en equipo y el proceso de investigación científica. La intención al usar la cocina es, a su vez, para que puedan comprobar los frutos de su trabajo de forma inmediata y para que desarrollen habilidades que necesitarán como futuros ciudadanos y se conciencien sobre los productos sostenibles y ecológicos.

Se van a realizar tres tipos de actividades, las prácticas de laboratorio, las exposiciones orales y tres sesiones relacionadas con el desarrollo del proyecto final.

Las prácticas están planteadas para realizarlas en una sola sesión, en ocasiones añadiendo una experiencia de cátedra o realizando dos experiencias cortas o simultáneas. El guion de las prácticas se publica de antemano para que puedan leer los contenidos involucrados y los procedimientos que se van a seguir, para tener un entendimiento previo de los conceptos que se aplican en la práctica. Los alumnos estarán informados de que deben traer al menos una copia del guion por pareja, para poder seguir la experiencia con normalidad.

Tabla 6: Propuesta de actividades. S es el número de sesiones y A el identificador de la actividad.

S	A	Realización	Contenido	Agrupación
1	P.F.	Presentación de la actividad y de la situación de aprendizaje.	-	Colectivo
2		Exposición del proyecto y coevaluación.	3, 6, 7	Individual
1-3	P.O.	Presentación oral corta sobre un alimento o proceso culinario desde el punto de vista científico.	6, 7	Pareja
1	A.8	Explicación de las reacciones de pardeamiento y realización de experiencia	3, 7	Pareja
1	A.6	Explicación del concepto de mezcla heterogénea y homogénea y preparación de varias emulsiones.	1	Pareja
1	A.7	Medida de los puntos de fusión y ebullición del agua con diferentes concentraciones de sal.	1, 4, 5, 7	Pareja
0.5	A.10	Separar restos sólidos del suero en leche para obtener queso fresco.	2	Pareja
0.5	B.2	Visualización de la separación de mezclas por decantación y destilación.	2	Cátedra
1	A.2	Interpretación de la diferencia entre la cocción de un mismo alimento bajo dos temperaturas y presiones distintas.	3, 4, 5	Doble pareja

S	A	Realización	Contenido	Agrupación
0.5	A.3	Explicación simplificada del funcionamiento de la cocina de inducción y comprobación de los mismos.	4, 5, 6	Parejas
0.5	B.1	Demostración del principio de Joule y de las corrientes de Foucault.	5, 6	Cátedra
1	A.9	Realización de la reacción de Maillard sobre dos alimentos diametralmente distintos.	3, 7	Pareja

Las actividades se realizan mayoritariamente por parejas que conforman “grupos base”. Esta pareja dura todo el curso escolar (salvo que genere problemas dentro del grupo). Sin embargo, seleccionar grupos base desde el principio del curso es complicado, especialmente en 2º de ESO, cuando el docente afronta la enseñanza de un grupo desconocido de estudiantes. Por tanto, durante las primeras semanas, los grupos serán informales, durando una sola sesión, e irán variando a conveniencia, hasta que se puedan establecer grupos que favorezcan la colaboración, con alumnos que se complementen. Este acto también sirve para que los alumnos se conozcan entre sí en mayor profundidad, incluso en caso de conocerse previamente.

Puntualmente, hay actividades que requieren grupos mayores, para las que se forman grupos informales y el proyecto final se realiza individualmente.

La primera sesión tiene como objetivo presentar la metodología aplicada a lo largo del curso y los proyectos que van a realizar. Presentaré el proyecto final y las exposiciones orales que deben realizar. Después les dejo tiempo para discutir sobre posibles temas para el proyecto.

La segunda sesión es una práctica de laboratorio, A.8 Reacciones de pardeamiento I, en la que el objetivo es que los alumnos comprendan las normas básicas de seguridad en un laboratorio y aprendan a seguir un guion. Empezaré con una pequeña explicación sobre las caramelizaciones como reacciones químicas y les daré otro ejemplo de reacción B.3, para que observen la evolución del color de una manzana al oxidarse. Toda esta información y los procedimientos seguidos, deben ser presentados en sus cuadernos de laboratorio. Esto también se cumple para el resto de prácticas de laboratorio.

La tercera sesión es otra práctica de laboratorio, A.6 Preparación de emulsiones. El objetivo es claro, y es desarrollar los contenidos del bloque B-La materia sobre la preparación de emulsiones. Se empieza explicando la teoría sobre los diferentes tipos de mezclas y después prepararán dos tipos de emulsiones, una heterogénea (vinagreta) y otra homogénea (mayonesa). Los alumnos deben describir en su cuaderno, cuál es cuál.

La cuarta sesión es una práctica de laboratorio, A.7 Punto de ebullición y de fusión del agua. Su objetivo es explicar la física de los cambios de estado y cómo los afectan la incorporación de otras sustancias. El contenido se debe estudiar con anterioridad y se aprovecha el principio de la sesión para resolver dudas. Tras esto, se comienza la actividad en las que medirán la temperatura de cuatro recipientes, uno con agua salada

en el punto de fusión, otro con agua normal en el punto de fusión y otros dos con las mismas características pero en el punto de ebullición.

La quinta sesión es una exposición oral. Los objetivos de todas las exposiciones orales son los mismos y es que los alumnos, por parejas, investiguen o den una solución a algún problema ecológico o social. La idea detrás de estas actividades, es aprender a buscar medios fiables de información y concienciarse con problemas medioambientales.

La sexta sesión es una práctica de laboratorio, A.10 Separación de mezclas: Haciendo queso fresco. Esta actividad tiene como objetivo el desarrollo de contenidos sobre separación de mezclas, así como enseñar la preparación de un alimento saludable y sencillo de preparar. Los alumnos empiezan los procedimientos, y mientras se calientan los ingredientes, realizo dos experiencias de cátedra, para enseñar más ejemplos del contenido. Finalmente, los alumnos terminan la elaboración y dejan reposar el producto.

La séptima sesión es una práctica de laboratorio, A.2 Cocina a presión. En esta práctica se profundiza en la importancia de las funciones de estado (magnitudes termodinámicas) presión, volumen y temperatura. El contenido deben leerlo previamente y se va a demostrar a lo largo de la práctica. Los alumnos apuntarán sus conclusiones y si creen que realmente es eficaz el uso de una olla exprés.

La octava sesión es una práctica de laboratorio, A.3 Cocina de inducción. En esta sesión se da un ejemplo de transformación de energía y se enseñará el funcionamiento de las corrientes de Foucault a modo de curiosidad. El objetivo es que los alumnos aprendan a tomar decisiones lógicas y con criterio, al intentar predecir qué recipiente se calentará antes. La sesión comienza resolviendo dudas que puedan tener para luego mostrar el funcionamiento de una cocina de inducción. Por último, se realiza una experiencia de cátedra en la que harán sus predicciones.

La novena sesión es una exposición oral, realizada al final del segundo cuatrimestre, con los mismos objetivos que la primera.

La décima sesión es la última práctica de laboratorio, A.9 Reacciones de pardeamiento II. La idea principal de la práctica, es enseñar como interactúan diferentes sustancias y como esto afecta a una misma reacción química. Los alumnos se dividen en dos grupos con tres sartenes cada uno y realizan la misma reacción, pero incorporando distintas sustancias de uso común en la cocina, que afectan a la reacción. Tras acabar, los alumnos probarán todas las muestras para comprobar si la teoría se corresponde con la realidad y si la diferencia es apreciable. Apuntarán estas observaciones.

La decimoprimer sesión es otra presentación oral, con las mismas características que las anteriores.

En la decimosegunda sesión y la decimotercera sesión se realizan las presentaciones de los proyectos finales. El objetivo del proyecto en su totalidad es similar al de las presentaciones orales, pero estas dos sesiones se enfocan en la motivación, y en el desarrollo de la autocrítica. Para ello, se celebra una pequeña feria o concurso científico en el que valorarán todos los proyectos. Un objetivo secundario es que aprendan y apliquen

nuevas formas en las que pueden ayudar a mejorar el medioambiente, aunque esto depende completamente de su interés.

La Tabla 7 resume estas actividades y su secuenciación, sin tener en cuenta que para las experiencias de laboratorio, los alumnos tienen que leer los guiones en su casa, para que pregunten sus dudas al principio de la actividad y puedan terminarla a tiempo (se reservan 5 minutos de la mayoría de actividades con este propósito).

Tabla 7: Secuenciación de actividades.

Procedimiento	Tiempo destinado	Criterios de evaluación	Agrupamiento
Presentación de la asignatura y del proyecto			
Presentación profesor-alumnos	15 Minutos	No se evalúa	Individual
Explicación de la metodología de la unidad didáctica	10 Minutos		
Inicio del proyecto: los alumnos discuten sobre posibles temas de trabajo y se ayudan a elegir uno	25 Minutos		
Reacciones de pardeamiento I			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Preparación de galletas dalgonas: formación del caramelo y adición del bicarbonato	30 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 3.2., 3.3., 5.1.	Pareja
El profesor corta una manzana en rodajas para que se pueda apreciar el cambio de color al oxidarse	Simultáneo	No evalúa	Individual
Se dejan reposar las galletas y se dan forma	15 Minutos	No se evalúa	
Preparación de emulsiones			
El profesor explica las diferencias entre los tipos de mezclas	20 Minutos	No se evalúa	Individual
Preparación vinagreta	15 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1.,	Pareja
Preparación mayonesa	15 Minutos	2.2., 3.2., 3.3., 5.1.	

Procedimiento	Tiempo destinado	Criterios de evaluación	Agrupamiento
Punto de ebullición y de fusión del agua			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Enfriando bebidas: los alumnos van tomando nota del tiempo que pasa y el cambio de temperatura	Simultáneos, 45 minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 2.3., 3.2., 3.3., 5.1.	Individual
Ebullición del agua: los alumnos hierven agua en dos cazos, uno con agua salada y comparan la evolución de la temperatura			Parejas
Presentación oral 1ª evaluación			
Presentación de la investigación de cada pareja	5 Minutos	1.1., 1.3., 2.1., 3.1., 4.1., 4.2., 5.1., 5.2., 6.1., 6.2.	Pareja
Atención a la exposición de sus compañeros	45 Minutos	No se evalúa	Individual
Separación de mezclas: Haciendo queso fresco			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Los alumnos ponen a calentar la mezcla de leche y vinagre (mientras sigue calentando, se pasa a la siguiente parte de la actividad)	10 minutos	1.1., 1.3., 3.2.	Pareja
El profesor realiza dos ejemplos, explicando algunos métodos de separación de mezclas	15 Minutos	2.1., 2.2., 3.2.	Individual
Los alumnos separan los sólidos del suero de la leche, los lavan con agua fría y forman el queso	20 Minutos	1.2., 3.2., 3.3., 5.1.	Pareja

Procedimiento	Tiempo destinado	Criterios de evaluación	Agrupamiento
Cocina a presión			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Los alumnos cortan y preparan los alimentos	10 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 2.3., 3.2., 3.3., 5.1., 6.2.	Colectivo
Se preparan dos grandes ollas y se ponen a cocer, una de ellas se cierra para cocinar a presión y se abre a los 20 minutos, la otra se abre a los 35 minutos	30 Minutos		Dos grupos
Se prueba la comida de ambas ollas y se apuntan resultados y sus hipótesis sobre lo que ha pasado	10 Minutos		Individual
Cocina de inducción			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Los alumnos cuecen medio huevo sobre una plancha de metal, para observar que la otra mitad sobre la cocina no se calienta	20 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 2.3., 3.2., 3.3., 5.1., 6.2.	Pareja
El profesor pone a calentar dos recipientes de agua con dos trozos de metal de distinta forma y explica las corrientes de Foucault (los alumnos apuestan por qué recipiente romperá a hervir antes)	20 Minutos		Individual
Los alumnos limpian el material	5 Minutos		Parejas
Presentación oral 2ª evaluación			
Presentación de la investigación de cada pareja	5 Minutos	1.1., 1.3., 2.1., 3.1., 4.1., 4.2., 5.1., 5.2., 6.1., 6.2.	Pareja
Atención a la exposición de sus compañeros	45 Minutos	No se evalúa	Individual

Procedimiento	Tiempo destinado	Criterios de evaluación	Agrupamiento
Reacciones de pardeamiento II			
Espacio para solución de dudas	5 Minutos	No evalúa	Colectivo
Los alumnos tuestan rebanadas de pan en sartén	20 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 2.3., 3.2., 3.3., 5.1.	Pareja
Ahora usan la misma sartén para freír dos huevos y apuntar sus observaciones	25 Minutos		
Presentación oral 3ª evaluación			
Presentación de la investigación de cada pareja	5 Minutos	1.1., 1.3., 2.1., 3.1., 4.1., 4.2., 5.1., 5.2., 6.1., 6.2.	Pareja
Atención a la exposición de sus compañeros	45 Minutos	No se evalúa	Individual
Conclusión del proyecto			
Entrega del documento corregido	5 Minutos	1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 3.1., 4.1., 4.2., 5.1., 5.2., 6.1., 6.2.	Individual
Coevaluación de los proyectos	95 Minutos		

Además, los alumnos irán requiriendo tutorización a lo largo del curso, para ayudarles a desarrollar el proyecto final o las presentaciones orales.

2.7.1. Prácticas de laboratorio

La mayoría de las horas lectivas destinadas a esta unidad son prácticas o experiencias que se realizan en un laboratorio o cocina.

Todas las prácticas desarrollan el primer bloque de contenidos “A Las destrezas científicas básicas”, al estar enfocado a la actividad científica y al uso seguro de un laboratorio. Dicho esto, la mayoría de las prácticas desarrollan principalmente los contenidos del segundo bloque “B La materia”, más enfocado hacia la química y una porción más pequeña, desarrolla los del tercer bloque “C La energía”, no habiendo ninguna práctica relacionada con el último bloque “La interacción”. Esta es una de las razones por las que la mayoría de las actividades se realizan en la primera mitad del curso. En la sección de contenidos se relacionan todas las actividades con sus contenidos correspondientes.

Se debe realizar un cuaderno de laboratorio en el que se haga un seguimiento de todas estas experiencias. Este será el agente evaluador principal para estas actividades, junto con una contribución a la evaluación de la actitud del alumno.

Por último, cabe destacar que los restos de los alimentos producidos en las actividades, serán compostados para reducir los desperdicios, de acuerdo a los objetivos de desarrollo sostenible y sentar un ejemplo de consumo responsable y la reutilización de recursos.

2.7.2. Presentación oral

Cada pareja (grupo base) realizará una breve presentación de cinco minutos investigando la ciencia detrás de un alimento, técnica culinaria, receta o aparato de cocina. Esta investigación debe ser guiada por el profesor, destacando la importancia del uso de fuentes de calidad. Es crucial que los estudiantes desarrollen la habilidad de discernir información nutricional falsa, especialmente en temas científicos, ya que esta competencia es fundamental para la materia y aún no la han tenido la oportunidad de practicarla adecuadamente.

Se realizará una de estas presentaciones al final de cada trimestre, ya que es muy importante desarrollar la habilidad de expresarse y defender sus ideas. En caso de tener un número elevado de alumnos, se recomienda reducir esta actividad a dos veces por curso, sorteando en qué dos evaluaciones debe hacerlas cada alumno.

2.7.3. Proyecto final

Es un trabajo que comenzarán al principio del curso y en el que aprovecharán lo aprendido durante el año. Durante este proyecto, tienen que llevar a cabo un plan para la producción o consumo responsable de un alimento y documentar todo el proceso, como si de una memoria de laboratorio se tratase.

Se presentará la idea del proyecto el primer día de clase, en el que también se explicará la dinámica que se va a seguir a lo largo del curso y en el que podrán conversar con sus compañeros para ayudarse mutuamente en la elección del tema. Como tal, la elección del tema será autónoma, pero debe ser consultada con el profesor para asegurar su calidad; esto es, la relación del tema con la materia es sólido y es factible de desarrollar.

El tema debe ser un problema ecológico sencillo, para el que se pueda crear un plan que permita solucionar o paliar los problemas. Así se asegura el desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible.

Al final del tercer trimestre, los alumnos deben entregar un escrito describiendo el proyecto en el que han estado trabajando. Debe quedar claro el problema ecológico que se intenta paliar, así como las maneras en las que intenta encontrar una solución.

La evolución del proyecto recibirá un seguimiento por parte del docente, que debe guiar la investigación por el camino correcto. El discente, por propia voluntad, puede solicitar una tutoría para encaminar el proyecto o resolver dudas respecto al mismo. No solo se incitará al alumnado a solicitar estas tutorías, sino que se valorará positivamente porque demuestran interés por el proyecto y la actividad.

Finalmente, se presentarán las ideas de los proyectos que ha realizado cada uno, para que realicen una coevaluación, voten al mejor proyecto y aprendan de las experiencias de sus compañeros.

2.8. Evaluación

Siendo que la situación de aprendizaje utiliza un 12,75 % de las sesiones, las tutorías que pueden requerir los alumnos para el desarrollo del proyecto o las presentaciones y que dichos trabajos requieren un intenso trabajo autónomo fuera del centro educativo, es obvio que se plantea como una situación de aprendizaje central a la hora de evaluar las competencias que desarrollan los alumnos. Esta importancia se ve reflejada en el valor de la calificación de la situación de aprendizaje frente a otras unidades didácticas.

De acuerdo a la ley actual de educación (*Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.*, 2020), se va a evaluar por competencias, haciendo uso de las relaciones criterios previamente descritas.

2.8.1. Evaluar la actuación del alumno

A lo largo de esta situación de aprendizaje, se pretende fomentar una actuación colaborativa con los compañeros y la participación activa durante las clases, además de una actitud positiva hacia los contenidos de la asignatura.

Todos estos objetivos se pueden ver opacados por el mal comportamiento de un alumno, que reme en sentido contrario al resto del grupo, desmotivando a sus compañeros y dificultando su aprendizaje. Es por ello, que el comportamiento del alumno debe ser evaluado, aunque no es el único factor importante a tener en cuenta.

De la actuación en el laboratorio, no solo se demuestra la actitud hacia la asignatura, sino también la información retenida y las habilidades desarrolladas.

Dada la dificultad que supone tomar apuntes sobre la actuación de cada alumno en cada práctica, su evaluación se realiza de forma global, afectando por igual a todos los criterios de evaluación desarrollados en cada evaluación. Se tendrá en cuenta positivamente su deseo a colaborar con sus compañeros y las veces que ayude a sus compañeros, mientras que se valorará negativamente los incidentes que causen en el laboratorio y una actitud negativa o de desprecio hacia sus compañeros. A continuación se desglosa cómo se obtiene la evaluación de esta situación de aprendizaje.

Consiste en un 15 % de la calificación de la situación de aprendizaje.

2.8.2. Cuaderno de laboratorio

El cuaderno de laboratorio será el principal instrumento de evaluación junto al proyecto. En él, los discentes recopilarán todos los datos obtenidos durante sus prácticas, así como un resumen de los procedimientos y de sus resultados. El cuaderno también debe incluir sus observaciones, cálculos y respuestas a las preguntas formuladas por el profesor. Para evaluarlo, se utilizará la rúbrica que se muestra en la Tabla 22.

Este cuaderno de laboratorio será utilizado para prácticas fuera de esta situación de aprendizaje, siguiendo las mismas indicaciones sobre cómo se debe realizar y utilizando la misma rúbrica para su calificación.

Consiste en un 30 % de la calificación de la situación de aprendizaje.

2.8.3. Presentación oral

Se evaluará la capacidad de investigación del alumno, así como su habilidad para discernir qué información es relevante y cuál carece de importancia, otorgando puntos positivos para aquellos que sepan relacionarlo con el proyecto final en el apartado de actitud.

Con la misma relevancia, se valorarán sus capacidades comunicativas y su creatividad a la hora de elegir el tema y presentarlo. Cada miembro de la pareja obtendrá la misma calificación, salvo en circunstancias especiales a discreción del profesor. Queda recogido en la Tabla 8.

Tabla 8: Rúbrica de las presentaciones orales.

Apartado a calificar	Mal (1)	Regular (6)	Bien (10)
Capacidad de síntesis 25 %	No se centra en un punto y se le acaba el tiempo	Se centra en partes menos relevantes	Transmite la información sin partes innecesarias o irrelevantes y en los límites de tiempo establecidos
Calidad de oratoria 25 %	Se traba con frecuencia o se detiene a mirar su hoja de apoyo y usa un tono monótono o que desentona	Se detiene menos de tres veces y usa un tono de voz claro	Transmite claramente la información sin detenerse a leer material de apoyo
Aplicabilidad del tema escogido 25 %	El tema no supone un problema real o un planteamiento útil para la sostenibilidad	El tema es una idea común, pero de interés en la que se puede trabajar para el desarrollo ecológico	El tema plantea un problema o solución ecológica desconocida pero de alto interés
Uso de material 25 %	No utiliza ningún tipo de material que apoye su presentación	Usan materiales que han recopilado de otras fuentes para apoyar su presentación	El material permite entender mejor la información y se adapta a su narración

Consiste en un 20 % de la calificación de la situación de aprendizaje.

2.8.4. Proyecto final

Esta es una actividad compleja, en la que cada apartado se calificará de distinta manera, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Evaluación del proyecto final.

Apartado	Método de evaluación	Ponderación %
Creatividad e interés del tema	Coevaluación mediante encuesta y opinión del profesor	15 %
Planteamiento y ejecución del proyecto	Evaluación mediante el trabajo por escrito, a través de la rúbrica en la Tabla 23	60 %
Presentación del proyecto	Coevaluación mediante encuesta	10 %
Proceso de investigación	Seguimiento del trabajo mediante pequeñas entregas y tutorías con el encargado docente	15 %

Los alumnos recibirán una encuesta en la que se ponen los nombres de los trabajos (sin saber el nombre del autor) y tendrán que valorar su interés o creatividad, en una escala del uno al diez.

Se considera que los resultados obtenidos son la solución planteada ante un problema ecológico y la realización de la misma.

Consiste en un 30 % de la calificación de la situación de aprendizaje.

2.9. Atención a la diversidad

Todos los estudiantes tienen derecho a una educación de calidad, y como tal, esta debe ser inclusiva y adaptable a sus necesidades.

La adaptación para alumnos con dificultades de aprendizaje es sencilla, ya que las actividades están planteadas para realizarse por parejas y desarrollar el trabajo en equipo de los alumnos. De esta forma, se escogerá como su pareja, un alumno confiable que pueda ayudarles a desarrollar las actividades.

La situación de aprendizaje se centra en aumentar la motivación del alumnado para resolver o reducir algunas de las dificultades u obstáculos que los alumnos enfrenten a la hora de aprender, y en lograr que los alumnos encuentren respuestas a sus problemas en la socialización; entendiendo que pueden depender en sus compañeros cuando lo necesiten. Por supuesto, se lleva a cabo atendiendo a las necesidades específicas que presente cada estudiante.

2.9.1. Alumnos con problemas sociales

Esta situación de aprendizaje está diseñada para acomodar a los alumnos con dificultades de aprendizaje debidas a obstáculos al socializar o comunicarse y para mejorar la motivación del alumnado en general.

“Una interacción social implica que se nos presenta información o una situación nueva que requiere una respuesta. Tendemos a pensar en esas interacciones como intuitivas e instantáneas: simplemente sabemos cómo responder de manera apropiada sin tener que pensarlo... Pero en realidad es un proceso cognitivo de varios pasos” (Miller, 2020), un proceso bastante complejo y que para muchos alumnos supone un obstáculo a la hora de aprender.

Para ayudarles a superar sus problemas, se pone el foco en el trabajo por parejas, que expone a los alumnos a situaciones sociales en las que deben reaccionar con asertividad y compañerismo para superar los desafíos que se les plantean. Deben ser capaces de dialogar y discutir sus ideas en un ambiente favorable con sus compañeros. Esta interacción debe ser intermediada por el docente, para asegurar que la dinámica de grupo es favorecedora para el desarrollo de ambos. Se utiliza la interacción social como la forma efectiva y necesaria para el desarrollo de las habilidades sociales (López, 2017).

Para maximizar los beneficios del aprendizaje colaborativo, se consideran dos composiciones de parejas de trabajo diferentes:

i) Compañero mediador:

Emparejar a los alumnos con dificultades sociales con un mediador que comprenda su papel y las necesidades de su compañero. Esto proporciona un apoyo adicional y facilita una interacción más productiva.

ii) Compañero con dificultades similares:

Emparejar a alumnos con dificultades similares puede resultar beneficioso, ya que es posible que se comprendan mejor y así afronten juntos las dificultades. Sin embargo, esta opción es más arriesgada, ya que pueden no alcanzar un buen nivel de comprensión mutua. Por ende, se debe observar atentamente la evolución de estas parejas.

Se debe incentivar al alumno a comunicar sus dudas, ya sea a sus compañeros o al docente presente, para fomentar una interacción más orgánica y evitar experiencias negativas. El objetivo es integrar al alumno en igualdad de condiciones con sus compañeros, en lugar de destacar sus diferencias. Se busca promover la aceptación y la inclusión del alumno dentro del grupo, reconociendo y respetando su diversidad.

En definitiva, este enfoque integral y adaptativo asegura que los alumnos con dificultades sociales reciban el apoyo necesario para desarrollar habilidades sociales críticas y participar plenamente en el entorno de aprendizaje.

Para más especificidad en el método de actuación, se tienen en cuenta las dificultades mencionadas en la Sección 1.1:

■ **Trastorno del procesamiento auditivo:**

Estos alumnos requieren de paciencia a la hora de conversar con ellos, insistir en las aclaraciones y especialmente, asegurarte de que estén escuchando cuando dictas directrices. Para ello, es conveniente establecer contacto visual al hablar y mantenerlos especialmente cerca del docente.

Ayuda utilizar más ejemplos o directrices en formato visual, teniendo siempre presente el guion y utilizando la comunicación no verbal.

■ **Trastorno del lenguaje:**

En este caso también se debe tener paciencia a la hora de comunicarse con ellos. Es beneficioso que enfrenten sus obstáculos de manera recurrente mediante actividades como la lectura en voz alta, la participación en debates y la redacción de textos. Además, una supervisión ligera de sus actividades cotidianas, como la interacción con compañeros y la revisión de apuntes, puede guiarlos hacia una mejoría personal.

Para mitigar sus problemas a la hora de realizar una práctica, es esencial proporcionar un guion escrito, preferiblemente con un procedimiento detallado, pasos numerados y con casillas para marcar y asegurarse que están siguiendo todas las instrucciones de manera organizada.

Durante las prácticas, el docente debe estar atento de su progreso, comprobando periódicamente que progresa adecuadamente y que comprende el siguiente paso a seguir. No requiere una supervisión constante, sino parcial.

■ **Trastorno de la Comunicación Social (Pragmático):**

Guiar con el ejemplo puede ayudar a las personas con este trastorno a entender el registro del lenguaje apropiado en diferentes situaciones. Es importante prestar especial atención a su uso del lenguaje para evitar malentendidos o conflictos con sus compañeros. Por esta razón, resulta recomendable que interactúen inicialmente con amigos cercanos, quienes pueden proporcionar un ambiente más comprensivo y seguro, minimizando posibles conflictos y facilitando la práctica de habilidades sociales.

Además, se debe intentar usar un lenguaje sencillo y directo, expresándose de forma explícita y sin palabras ambiguas, evitando en la medida de lo posible, palabras polisémicas. Los guiones u otros recursos proporcionados, también deben seguir estas indicaciones.

3. Resultados esperados

Se espera observar un aumento de la motivación del alumnado, así como una mejora en su convivencia.

Las actividades de laboratorio son muy entretenidas e interesantes para los alumnos en general, por lo que unas experiencias basadas en la cocina, donde gozan de mayor libertad y autonomía al disminuir los riesgos y que les permite comprender de forma inmediata la utilidad de los contenidos que están aprendiendo, mejorará su percepción de sí mismos y de la asignatura.

El trabajo en equipo puede tener efectos adversos sobre algunas parejas de alumnos, pero si se les guía correctamente mientras desarrollan sus habilidades sociales, encontrarán apoyo y amistad en sus compañeros, que reducirá su estrés, induciendo una actitud positiva hacia las actividades.

Fuera del aspecto motivador, se espera que los alumnos sean capaces de investigar con cierta certeza, distinguiendo fuentes de mejor o peor calidad y sin grandes sesgos. Seguirán siendo imprecisos y cometiendo errores, necesitando aún más experiencia como investigadores, pero conocerán las bases de una investigación y desarrollarán criterios básicos, que les sirvan para realizar este tipo de proyectos.

Por último, habrán adquirido conocimientos y habilidades culinarias, y se habrán concienciado sobre los problemas sociales. Preparando un poco a los alumnos para su futuro como ciudadanos informados e independientes.

No se espera que todos acaben realizando cambios en su comportamiento, pero sí que algunos cambien alguna de sus costumbres para hacerla más ecológica o sostenible.

4. Limitaciones y prospectiva

Este proyecto es demandante, ya que requiere una sala especial para su implementación completa y es altamente probable que el centro no cuente con una sala especial para cocina, donde todas las actividades sean realizables. Sin embargo, esto no significa que no sea viable en ausencia de dicho espacio. Por esta razón, se incluyen experiencias de laboratorio adicionales que puedan reemplazar actividades inviables.

Para otros centros, habrá actividades que se deban adaptar o que no sean realizables. Las actividades que no necesitan una fuente de calor, son realizables en cualquier lugar, preferiblemente con acceso a agua corriente.

Las actividades A.7 “Punto de fusión y de ebullición del agua” y A.3 “Cocina de inducción”, son realizables en el laboratorio⁵.

Quitando estas excepciones, no debe llevarse a cabo ninguna práctica de cocina en un laboratorio que contenga productos químicos, y en ningún caso en un laboratorio con tecnología cerca de las mesas donde se preparará la comida, por seguridad de los alumnos y para evitar daños al material. Sin embargo, todas las experiencias pueden realizarse en cualquier aula con acceso a agua corriente potable y a varias tomas de corriente, ya que las placas de inducción presupuestadas son portátiles.

Se debe tener mucho cuidado con la alimentación, atendiendo a las alergias u otras necesidades alimentarias de los alumnos. Por ejemplo, comprando pan sin gluten para la práctica A.9 si hay algún alumno celíaco. Es recomendable formalizar un documento donde los tutores legales de cada alumno estén informados sobre las prácticas a realizar y realizar un sondeo para identificar problemas alimentarios.

También se ha planteado la idea de compostar los alimentos que no se puedan consumir; sin embargo, esta meta no es sencilla, ya que requiere al menos un contenedor adecuado y una aplicación para el compost generado. Esta propuesta puede relacionarse con otras iniciativas medioambientales, como la plantación de semillas en zonas designadas del patio del instituto, una práctica que algunos centros ya están llevando a cabo.

4.1. Aplicación en otros cursos

Esta situación de aprendizaje está planteada para el curso de 2º de ESO. Dicho curso forma parte de la primera etapa de la asignatura de Física y Química, en la que también está incluido 3º de la ESO, y cuenta con los mismos saberes básicos.

Por tanto, aplicar esta situación de aprendizaje en 3º es muy sencillo. En el Anexo A, se incluyen tres prácticas (A.1, A.4 y A.5) que exploran los nuevos contenidos, que aunque realizables en 2º, están más

⁵En este caso no suponen riesgos, ya que no se consume ningún alimento en las prácticas (los bricks de zumo se deben lavar y consumir fuera del laboratorio en este caso).

enfocadas a este curso.

Para finalizar de adaptar la situación de aprendizaje al curso de tercero, hay que tener en cuenta lo limitadas que son las sesiones, consistiendo tan solo de dos horas semanales. Por tanto, es recomendable reducir el número de actividades a realizar, por ejemplo, realizando las actividades “Cinética de la reacción de Maillard”, “Conservación de alimentos”, “Cocina a presión”, “Esferificaciones” y “Punto de ebullición y fusión del agua”; tan solo una de las exposiciones orales y el proyecto final.

Dada la importancia que tiene el laboratorio en este proyecto y la relación con otros campos de conocimiento STEM, como la biología y tecnología, así como la relevancia dada al papel científico en la sociedad y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible; se considera que su implementación en las asignaturas “Laboratorio de Ciencias” y “Cultura Científica”. En ambos casos se recomienda realizar las mismas adaptaciones que para la asignatura de tercero de Física y Química, dado que ambas asignaturas cuentan con dos horas semanales y que los contenidos están estrechamente relacionados.

Referencias

- Aguirre, A. M. (2021). *Metodologías activas: ¿Sabes en qué consisten y cómo aplicarlas?* Descargado de <https://www.unir.net/educacion/revista/metodologias-activas/#:~:text=Las%20metodolog%C3%ADas%20activas%20son%20una,la%20aplicaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%20de%20conocimientos.&text=La%20pedagog%C3%ADa%20activa%20est%C3%A1%20en,y%20no%20es%20para%20menos>.
- Berrocal de Luna, E., y Expósito López, J. (2015). *UNIDAD 3: EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA II: INVESTIGACIÓN-ACCIÓN*. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. UNIVERSIDAD DE GRANADA.
- Biscayenne, A. V. (2016). La ciencia de hacer mayonesa. *El País*. Descargado de https://elpais.com/gastronomia/recetas/2016/06/30/receta/1467272904_066484.html
- Bonilla-Molina, L. (2020). *Educación, escolaridad y revoluciones industriales*. Descargado de <https://luisbonillamolina.com/2020/05/20/educacion-escolaridad-y-revoluciones-industriales/>
- Carr, W., y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*.
- Corchete, y Victor. (2019, 11). Eddy currents or foucault's currents.
doi: 10.13140/RG.2.2.24491.39202
- Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la comunidad de castilla y león*. (2022). (Consejería de Educación)
- Easy Biology Class. (2017). *Difference between Sol and Gel: A Comparison Table*. Descargado de <https://www.easybiologyclass.com/difference-between-sol-and-gel-a-comparison-table/>
- EUROINNOVA. (2021). *Aprendizaje colaborativo en el aula*. Descargado de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/aprendizaje-colaborativo-en-el-aula#que-es-el-aprendizaje-colaborativo>
- EUROINNOVA. (2021). *Autoevaluación educativa*. Descargado de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/autoevaluacion#descubre-la-importancia-de-la-autoevaluacion-en-el-ambito-educativo>
- Garrido, K. (2022). *La motivación: El motor del aprendizaje*. Descargado de <https://www.apres.es/single-post/la-motivacion-el-motor-del-aprendizaje#:~:text=La%20motivaci%C3%B3n%20cumple%20un%20papel,contenidos%20que%20ya%20hemos%20aprendido>.
- Gener, X. (2016). *Esferificación inversa: Paso a paso*. Descargado de <https://www.gadgetsuina.com/blog/es/blogs/esferificacin-inversa-paso-a-paso-50/>
- Grundy, S. (1982). *Three modes of action research*. (En Kemmis, S. y McTaggart, R. (ed.)(353 - 364): *The Action Research Reader* (3ª ed .), Victoria: Deakin University)
- Hernández, I. (2022). *Factores que intervienen en la estabilidad de una emulsión agua-aceite*. CAYROS group. Descargado de <https://www.cayrosgroup.com/post/factores-que-intervienen>

-en-la-estabilidad-de-una-emulsi%C3%B3n-agua-aceite#:~:text=Emulsi%C3%B3n%20directa%20(agua%20en%20aceite,est%C3%A1%20formada%20por%20el%20aceite.

Herrerías, E. B. (2004). LA DOCENCIA A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN–ACCIÓN. *Universidad de León*.

IMPULSO_06. (2023). *Principales dificultades en el aprendizaje. Tipos y Causas*. Descargado de <https://impulso06.com/principales-dificultades-en-el-aprendizaje-tipos-y-causas/>

Incháustegul, M. M. V., Echevarría, J. A. V., y Velarde, M. E. G. (2017). Trastorno de la comunicación social (pragmático) (TCS f80.82). *Pediatría Panamá*, 46 (2), 99-104.

Khan Academy. (2020). *Química avanzada (AP Chemistry), Lección 7: Soluciones y mezclas, Tipos de mezclas*. Descargado de <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:intermolecular-forces-and-properties/x2eef969c74e0d802:solutions-and-mixtures/v/types-of-mixtures#:~:text=Una%20mezcla%20se%20compone%20por,homog%C3%A9neas%20parecen%20ser%20completamente%20uniformes.>

Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación. (2020).

López, J. (2017). La interacción social como clave del desarrollo cognitivo: Aportes del socioconstructivismo a la Psicología[1]. *Revista Psicología Digital*, N°1806/2011.

Miller, C. (s.f.). *Ayudar a los niños que tienen un trastorno del procesamiento auditivo*. Child Mind Institute. Descargado de <https://childmind.org/es/articulo/ayuda-para-ninos-con-trastorno-de-procesamiento-auditivo/#:~:text=Los%20ni%C3%B1os%20que%20tienen%20problemas,aprendizaje%20o%20en%20una%20conversaci%C3%B3n.>

Miller, C. (2020). *Desafíos sociales de los niños con problemas de aprendizaje*. Descargado de <https://childmind.org/es/articulo/desafios-sociales-de-los-ninos-con-problemas-de-aprendizaje/>

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDOD). (2023). *Trastorno del desarrollo del lenguaje (Developmental Language Disorder)*. Descargado de <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/trastorno-del-desarrollo-del-lenguaje>

Navarrete, E. P., y Navarrete, C. P. (2023). *La asignatura de cocina en las escuelas como herramienta para contribuir a los ODS de la Agenda 2030 desde un enfoque creativo y colaborativo*. NODOS DEL CONOCIMIENTO. Descargado de <https://nodos.org/ponencia/la-asignatura-de-cocina-en-las-escuelas-como-herramienta-para-contribuir-a-los-ods-de-la-agenda-2030-desde-un-enfoque-creativo-y-colaborativo/>

Nicolás, A. M. B., y Ramos, P. R. (2019, 02). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41(163), 127-141. Descargado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982019000100127&lng=es&tlng=es

Núñez, J. C. (2009). *MOTIVACIÓN, APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO1* (Inf. Téc.).

Universidad de Oviedo.

Pérez, T. G. (1993). *La figura del maestro en la historia del pensamiento pedagógico* (Inf. Téc.).

Quesos Artesanos, Principado de Asturias. (2013). *El Queso. La Elaboración: Coagulación de la Leche*. Descargado de <https://asociaciondequeserosartesanos.com/asturias/el-queso/la-elaboracion/coagulacion-de-la-leche/#:~:text=El%20Queso&text=Consiste%20en%20una%20serie%20de,se%20conoce%20como%20coagulaci%C3%B3n%20enzim%C3%A1tica>.

Real decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación secundaria obligatoria. (2022). (Ministerio de Educación y Formación Profesional, BOE núm. 125, de 22 de mayo de 2024)

Resende, A. C. C., y Bassoli, F. (2021). Laboratorio de aprendizaje y aprendizaje colaborativo en el contexto de la enseñanza de las ciencias. *ADBiA, Vol. 3 Núm. Extraordinario (2021): Revista de Educación en Biología*. Descargado de <https://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/616>

Subsecretaría de educación básica. (2022). *METODOLOGÍA DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)*.

Thurston, A. et al. (2007). Aprendizaje entre iguales en Ciencias Naturales de Educación Primaria: Perspectivas teóricas y sus implicaciones para la práctica en el aula. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa, Nº13. Vol 5 (3)*, 477-496.

Wolfson, J. A., Frattaroli, S., Bleich, S. N., Smith, K. C., y Teret, S. P. (2017, 1). Perspectives on learning to cook and public support for cooking education policies in the united states: A mixed methods study. *Appetite, 108*, 226-237. doi: 10.1016/j.appet.2016.10.004

A. Anexo I: Experiencias de laboratorio

A continuación se describen las actividades que se pueden realizar en el laboratorio. Se añaden más actividades de las que se usan para el curso de segundo, ya que se ha tenido en cuenta posibles limitaciones y la adaptación a 3º de ESO o a otras asignaturas de índole científica.

Las actividades están ordenadas alfabéticamente y describen brevemente los contenidos que tratan, el material que se necesita, el procedimiento y el presupuesto necesario para realizarlas. Todas tienen una duración esperada de 50 minutos aproximados, salvo A.5 Esferificaciones, que son dos sesiones.

El presupuesto corresponde únicamente al gasto en productos o alimentos, ya que el precio del material reutilizable se tiene en cuenta en la Sección 2.5.

A.1. Cinética de la reacción de Maillard

Para ver cómo algunos factores llegan a afectar la velocidad de estas reacciones, vamos a caramelizar una cebolla. Para esto, cada grupo cocinará una receta ligeramente distinta o con distintos instrumentos.

Entre los factores mencionados, se encuentran el pH (un pH ligeramente básico favorece la reacción), el material de la sartén, ya que el hierro acelera la reacción, la humedad (que en este caso, es un inhibidor de reacción).

Durante esta actividad se dividirá a los alumnos en dos grupos principales, un grupo usará tres sartenes antiadherentes y el otro, tres sartenes de hierro fundido. En todos los casos se sazonará con sal, pero en una de las sartenes de cada grupo, se sazonará también con bicarbonato. Otra de las sartenes llevará un poco de aceite y la última no llevará nada. Se cocinará la cebolla cortada en juliana fina, cortada con una mandolina (para asegurar que todos los trozos son iguales y que su grosor no afecta al experimento), durante 30 minutos.

Tras la cocción, se compararán todos los resultados y se presentará un pequeño ejercicio por escrito en el que describan sus hipótesis y conclusiones.

Por último, se meterá la cebolla en botes o tarros de cristal y se guardarán para sellarlos al día siguiente.

Medidas de seguridad

Hay dos factores a tener en cuenta:

- Se va a estar trabajando con altas temperaturas, que son especialmente peligrosas con la sartén de hierro fundido, ya que distribuye el calor por el mango.
- Para no dañar el equipo, hay que tener en cuenta que cada sartén requiere ciertas medidas para su uso.

- La sartén de hierro fundido debe estar muy caliente para su uso, ya o la comida se pegará. La temperatura es óptima cuando al dejar caer una gota de agua, esta resbala en vez de extenderse⁶.
- Al cocinar a tan alta temperatura, hay que tener en cuenta que la cocción será más rápida (pero solo externamente, por lo que son buenas sartenes para sellado). Hay que mantener la atención para no quemar el producto.

Presupuesto alimentario:

Se usa una garrafa de aceite de oliva suave de 5l y tanto el bicarbonato como la sal son de 1kg. Al comprarlos en gran cantidad salen más baratos y no acarrear ningún problema al ser muy duraderos.

Tabla 10: Presupuesto de la práctica. Los usos son aproximados.

Material	Sal	Cebolla	Bicarbonato	Aceite de oliva suave
Coste €	1,38	1,60	3,55	28,43
Usos	50	0,5	50	200

Gasto calculado por grupo de esta práctica (mitad de la clase): 3,44€. Total 6,88€.

⁶Gracias al efecto Leidenfrost, la superficie en contacto con la sartén se evapora inmediatamente, generando vapor gaseoso y un aparente efecto de levitación.

A.2. Cocina a presión

Para entender los cambios de fase, es útil visualizar las moléculas. A mayor temperatura, las moléculas se agitan más y más, hasta que finalmente las fuerzas que las unen son demasiado pequeñas para contenerlas. Si aumentas la presión, las moléculas ejercen más resistencia a escapar, por lo que un líquido a más presión aumenta su temperatura de ebullición.

Este es el principio que utilizan las ollas a presión, pero primero hay que hablar de como se cuece algo.

La temperatura a la que el agua hierve es de aproximadamente $100^{\circ}C$ a presión de $1bar$. La presión atmosférica puede variar con la altura y con el tiempo, pero no se aleja mucho de $1bar$. Por el contrario, sellamos una olla y el agua se evapora, su presión aumenta, por lo que el punto de ebullición aumenta y el agua puede aumentar de temperatura.

A partir de cierto punto, aumentar la energía calorífica que recibe una sustancia no va a modificar su temperatura, sino que se dirige al cambio de fase. Esto pasa en el agua, por lo que sabemos que agua hirviendo a presión atmosférica está a $100^{\circ}C$ y que un vaso de agua con hielos está a $0^{\circ}C$.

Al aumentar la temperatura de ebullición, el agua puede alcanzar una temperatura mayor sin hervir, lo que permite cocinar más rápido.

Esta también es la razón por la que se recomienda echar sal al agua cuando rompa a hervir, para cocinar pasta, ya que se reduce la temperatura de ebullición y de hacerlo antes, la pasta se cocinaría a menos temperatura, necesitando más tiempo.

Para comprobar la utilidad de una olla exprés, habrá dos grupos cocinando patatas a la riojana. Un grupo con olla exprés y otro con una olla normal, para comparar el método más rápido para cocer patatas.

Material:

- Patatas $1kg$
- Chorizo fresco $0,25kg$
- Una cebolla grande
- Tres dientes de ajo
- Agua
- Aceite de oliva $25ml$
- Pimentón dulce $20g$
- Sal al gusto
- Olla a presión

- Pelador de patatas (de haber)
- Cuchillo (tamaño medio, de filo liso)
- Cocina de inducción
- Vaso de precipitados 500ml
- Probeta 50ml

Procedimiento:

Se calienta la cazuela con los 25ml de aceite.

Se pica la cebolla finamente (este corte se llama brunoise) y se rehoga a fuego suave por 15 minutos. Mientras, se pela la patata, se lava para eliminar cualquier resto de tierra que pueda quedar y se corta en trocitos. Un truco para que quede mejor el caldo es chascar la patata (en vez de cortar por completo la patata, se corta por la mitad y se gira el cuchillo para que más células de la patata se rompan⁷), lo que libera almidón, que espesa el caldo.

Cuando pase el tiempo, se añaden los ajos enteros y el chorizo cortado en trocitos. Se rehoga otro par de minutos, con cuidado de que no se queme el ajo y se añade el pimentón.

El pimentón se quema rápido, por lo que se remueve rápidamente durante menos de un minuto y se añaden las patatas y agua. El orden es importante, ya que añadir agua sobre aceite caliente puede hacer que salte, aunque la temperatura es más baja y no debería suponer problemas.

Aquí varía la experiencia, un grupo cierra la olla exprés y pone el fuego alto, mientras que el otro mantiene la temperatura del guiso y continúa con la olla destapada y la lleva a ebullición.

El grupo que tapa la olla, tiene que echar agua hasta cubrir las patatas (una cantidad un poco menor de agua) y solo cocinará otros 14 minutos, mientras que el grupo con la olla destapada tiene que echar un litro y cocinar por otros 30 minutos.

Una vez acaba el tiempo, el grupo de la olla exprés debe abrir la válvula y dejar que baje la presión. En ese momento, el otro grupo debe pinchar las patatas con palillos alargados para comprobar que las patatas aún no están hechas, y comprobar que una olla exprés permite guisar más rápido.

Tras acabar en ambos casos, se prueba para añadir sal (*precaución, está muy caliente!*) y se deja enfriar.

Presupuesto alimentario:

Se hace el cálculo de lo que debe preparar cada pareja de alumnos (es la forma en la que se controla la

⁷La idea de dañar el máximo de células en un alimento, se puede aplicar de otras maneras. Por ejemplo, en ingredientes aromáticos como el ajo o la trufa. Los compuestos que libera la cebolla al ser cortada y que provocan irritación en los ojos, son compuestos aromáticos liberados por esta misma razón.

Tabla 11: Presupuesto de la práctica. Los usos son aproximados.

Material	Sal	Aceite de oliva suave	Patatas	Chorizo	Cebollas	Ajo	Pimentón dulce
Coste €	1,38	28,43	1,99	2,29	1,60	3,85	8,30
Usos	100	200	1	1	4	10	50

cantidad de comida), lo que sale a 5,39€, por lo que una clase de 20 alumnos necesita un presupuesto⁸ de 53,87€.

⁸Los precios no exactos se redondean al céntimo.

A.3. Cocina de inducción

Una cocina de inducción utiliza un bobinado por el que pasa una corriente variable, para generar campos magnéticos rápidamente variables. Esto induce corrientes eléctricas circulares sobre superficies metálicas, que se calientan por efecto Joule.

Es decir, una cocina de inducción transforma la energía eléctrica en energía calorífica, pero solo sobre buenos conductores (metales).

Así que la placa de inducción solo calienta la sartén u olla (recipientes de metal), por lo que poner un huevo sobre la cocina, no lo cocinará. La Figura ?? muestra lo que va a observarse.

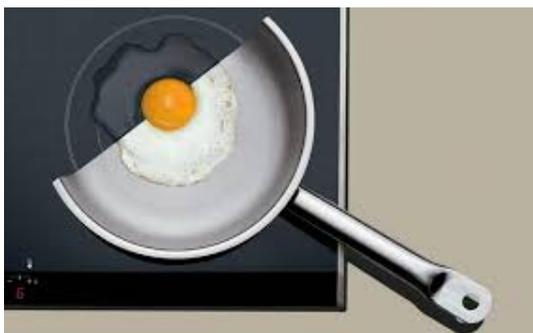


Figura 2: El huevo que está directamente sobre la cocina de inducción, no adquiere calor. Hace falta un recipiente metálico para que la cocina funcione.

Además, interesa ver cómo se producen las corrientes que calientan las sartenes. Para ello, el profesor va a coger una corona circular y una plancha rectangular fina y alargada, ambas metálicas, y a realizar una experiencia de cátedra descrita en la Sección B.1.

Material:

- Huevo
- Cocina de inducción
- Plancha de metal

Procedimiento:

Encender la cocina de inducción a fuego medio-alto y colocar la plancha sobre una mitad de la placa de inducción.

Cascar un huevo y verterlo sobre la plancha, dejando una parte del huevo fuera. Al poco tiempo, el huevo que se encuentra sobre la plancha, empieza a desnaturalizarse, pero el resto del huevo sigue crudo y de hecho, no se ha calentado, a pesar de estar sobre la cocina de inducción.

Apagar la placa de inducción y limpiarla bien.

Los alumnos no pueden tocar la plancha una vez encendida la cocina de inducción, por lo que se apartará con unas pinzas especiales y el huevo no puede ser consumido por razones de seguridad, así que será compostado. Posteriormente, cuando se hayan enfriado, el profesor limpiará las planchas.

Presupuesto alimentario:

El único gasto aquí es un huevo por pareja, una práctica muy asequible. Actualmente, muchas marcas venden media docena a 1,20€, por lo que cada alumno sale a 20 céntimos. Una clase de 20 alumnos, por tanto, supone un gasto de 4€.

A.4. Conservación de alimentos

Otro tema importantísimo en la cocina y que está estrechamente relacionado con la ciencia, ya que nos permite comprender las formas en las que preservar distintos alimentos.

Preservar alimentos era esencial en el pasado, dado que la mayoría de cultivos son estacionales y se pudren rápidamente. Así es que se inventaron un gran número de métodos que confieren distintas propiedades a la comida. Deshidratar alimentos, conservarlos en salmueras o cubiertos en sal (el azúcar tiene el mismo efecto), cubrirlos de grasa animal o sellado hermético; por nombrar unas cuantas.

Actualmente, algunos de estos métodos se siguen empleando industrialmente, ya que dieron lugar a alimentos como el jamón serrano, encurtidos e incluso, probablemente, el queso.

Una de las vías más útiles y aplicables para preservar la mayoría de alimentos es el sellado al vacío, que se puede replicar fácilmente en casa. Hoy aprenderemos a realizarlo, a través del baño María.

Baño María

Una técnica sencilla, que consiste en aumentar la temperatura de un bote cerrado, manteniendo una presión interna similar a la interna, para que al enfriarse, baje mucho la presión y se selle el bote.

Material:

- Alimento a conservar
- Bote o tarro con tapa
- Olla o cazuela honda
- Agua
- Cocina de inducción
- Trapo

Procedimiento:

Se calienta bastante agua (suficiente para tapar los tarros) en la olla, hasta llegar a ebullición.

Tras dar un buen lavado y secado a los tarros, se puede embotar el alimento⁹ que se pretende conservar. El tarro se tapa y se mete en el baño.

Para evitar que los tarros se rompan, se coloca un trapo en el fondo de la olla, antes de introducirlos. Los tarros deben permanecer en el baño unos 30 minutos para eliminar los posibles microorganismos que haya en ellos, pero el tiempo puede aumentar dependiendo de la anchura del tarro.

⁹Hay que tener en cuenta que este método solo es aplicable para alimentos que estén esterilizados o que la temperatura del baño maría sea capaz de esterilizar.

Al calentar el interior del tarro, la presión aumenta, lo que provoca que el tarro se deforme y permita que parte del aire del interior escape para volver al equilibrio termodinámico. Al enfriarse, la presión disminuye, por lo que el aire intenta volver a entrar, pero deforma la tapa hacia dentro, impidiéndolo. Así es como se genera un gradiente de presión (vacío en el interior del tarro) que mantiene sellado el bote. Es fácil comprobar que este cierre es hermético. Pues de lo contrario, el gas entraría, perdiendo por completo el vacío.

Por tanto, se deja enfriar el tarro a temperatura ambiente y se comprueba que la tapa del tarro está ligeramente hundida y que la tapa no gira fácilmente.

Nota: Óptimamente se sellaría el alimento justo tras cocinarlo, por lo que es importante que las actividades se realicen en días consecutivos si se desea ingerir el alimento envasado. La cebolla caramelizada puede durar hasta semanas en una nevera gracias a la formación de azúcares, por lo que es una práctica bastante segura.

Encurtidos

También se va a preparar cebolla encurtida. Esto es, cebolla cortada en juliana, sumergida en una disolución ácida y salada que la mantenga esterilizada, impidiendo que crezcan microorganismos que la descompongan.

Este tipo de conservas afectan enormemente al sabor del alimento, pero son muy sencillos de preparar y bien apreciados en algunos alimentos. La cebolla roja encurtida es muy utilizada en México para coronar un plato y mejorar su presentación, aparte de añadir un toque de acidez y frescura que mejora platos grasos o pesados. Se puede ver esta preparación en la Figura 3. La diferencia en sabor entre la cebolla roja y la blanca es casi inapreciable, por lo que la única razón para usar cebolla roja es por la presentación. Por esta razón se va a emplear cebolla blanca, ya que es más económica y ya ha sido utilizada en otras prácticas.

Esta práctica se realiza mientras se espera a que hierva el baño María y durante los 30 minutos que debe estar el alimento en el baño.

Material:

- Tarro de cristal y tapa
- Mandolina
- Jarra de cristal
- Probetas 250ml y 25ml
- Recipiente (por ejemplo una olla)
- Cuchara de madera
- Cebolla (preferiblemente roja, aunque solo es por el aspecto)
- Vinagre
- Agua



Figura 3: Cebolla roja encurtida.

- Sal
- Miel o azúcar (opcional, para un toque dulce)
- Guindilla de cualquier tipo (opcional, para un toque picante)
- Hierbas aromáticas o especias, como el tomillo (opcional, para aportar nuevos sabores)

Procedimiento:

Usando la mandolina, se corta la cebolla en juliana fina y se coloca dentro de un tarro esterilizado.

Se cogen 240ml de agua del baño María (antes de poner los tarros para el sellado al vacío) ya hirviendo con la probeta (para esto se utiliza una jarra de cristal y se debe realizar con precaución para evitar quemaduras). Se vierte en el recipiente junto a las especias y sal al gusto, en este caso serán sal y 15ml de miel medidas con una probeta pequeña. Con la misma probeta, se miden 240ml de vinagre y se añaden al recipiente. Las medidas son por proporción y para un tarro de medio litro.

Utilizando una cuchara de madera, se mezcla el contenido con cuidado, ya que estará muy caliente.

Por último se vierte la mezcla sobre el tarro con la cebolla hasta llenarlo y se cierra. Si el tarro tiene cierre con goma como en la Figura 3, es posible que aguante más.

Presupuesto alimentario:

Es una práctica muy rentable, ya que sale a 0,65€ por pareja. Se utiliza poca miel, pero es un alimento no

Tabla 12: Presupuesto de la práctica. Los usos son aproximados.

Material	Sal	Cebolla roja	Vinagre	Miel
Coste €	1,38	1,32	0,85	5,70
Usos	100	4	4	60

percedero, por lo que no importa tenerla mucho tiempo en la cocina.

Para 20 alumnos el coste sería 6,51€.

A.5. Esferificaciones

Hay dos tipos de esferificaciones, las directas y las inversas, las cuales se pueden ver en la Figura 4. Las directas son más sencillas de realizar, de hecho, se les puede denominar como esferificaciones básicas y permiten crear esferas del tamaño de una canica. Las inversas pueden tener mayor tamaño, pero el proceso de crearlas es más complejo y en ocasiones hay que añadir pasos extra, dependiendo de la sustancia a esferificar. Por ejemplo, un líquido muy ácido, como el zumo de limón, haría falta neutralizarlo para que la esferificación pueda suceder.



Figura 4: Ambos tipos de esferificaciones, realizados con un mismo alimento.

La esferificación tiene lugar dado que un compuesto en estado de sol, pasa a estado de gel por medio de una reacción química. Dicha reacción es distinta en cada caso, por lo que se explicará en su sección correspondiente.

El estado **sol** es propio de disoluciones coloidales y se caracteriza por tener propiedades de un líquido (Easy Biology Class, 2017).

El estado **gel**, por el contrario, es cuando esta misma disolución presenta propiedades de un sólido o semisólido (estructura con enlaces más fuertes entre moléculas).

Cada una de las prácticas que se describen a continuación, pueden durar la hora entera de clase, por lo que cada una se realiza un día distinto. En caso de ir mal de tiempo, se recomienda escoger una.

Esferificación directa

Esta técnica sirve para alimentos no muy líquidos, que no sean lácteos, ácidos, ni grasos. Las esferas que se consiguen son pequeñas, del tamaño de las huevas de salmón o una canica pequeña.

Material:

- Agua
- Alginato
- Cloruro de calcio

- Matraz aforado 500ml
- Dos vasos de precipitados 500ml
- Batidora y vaso de batir
- Jeringuilla de 100ml
- Dos vidrios de reloj
- Embudo de vidrio
- Gotero
- Probeta 100ml
- Alimento a esferificar (zumo de manzana)

Procedimiento:

El alginato se añade al alimento a esferificar, con una proporción de 1g por cada 200ml del alimento. Se miden 200ml de alimento con la probeta y un gramo de alginato sobre un vidrio de reloj. Se añaden al vaso batidor y se bate la mezcla con la batidora eléctrica y se deja reposar. Es importante que el aire incorporado por el batido se libere, para que nos queden esferas perfectas.

Mientras, se prepara un baño de 500ml de disolución $7,2 \cdot 10^{-2}M$ de cloruro de calcio ($MmCaCl_2 = 111g/mol$). Para ello, se pesan los gramos necesarios de $CaCl_2$ en un vidrio de reloj y se añaden al matraz aforado con ayuda de un embudo. Se añade agua al matraz y se mezcla; es más fácil realizar la disolución si no se añade aún toda el agua y se mezcla primero. Se termina la disolución enrasando con un gotero. Finalmente, se pasa la disolución al vaso de precipitados¹⁰.

Usando la jeringuilla se dejan caer gotas del alimento sobre la disolución. Las esferas deben permanecer en el baño al menos 30s para que se forme por completo la capa externa y no más de 3min o se gelificará por completo. Para eliminar exceso de cloruro cálcico (que continuaría la reacción y modificaría el sabor), se retiran las esferas y se aclaran en otro vaso con agua.

Esferificación inversa

Las esferas obtenidas con esta técnica, son líquidas en su interior. Es aplicable con alimentos más líquidos que la esferificación directa y tiene menos restricciones respecto a la composición del alimento (se puede realizar incluso si contiene alcohol o es ácido).

¹⁰El vaso de precipitados asegura una altura considerable para la disolución, por lo que la capa externa de las esferificaciones tendrá más tiempo para formarse antes de ser deformada al llegar al fondo del vaso. El objetivo es que la forma sea lo más esférica posible por cuestiones estéticas.

Se puede realizar directamente sobre alimentos ricos en calcio. De lo contrario, basta con añadir gluconolactato de calcio¹¹, 20g por litro de alimento (Gener, 2016). En ocasiones se necesita también goma xantana (poca cantidad, unos 2 g por litro), para aumentar la viscosidad del alimento, lo que ayuda a la formación de la capa de gel y a mantener la estructura de la esferificación.

Si el alimento a esferificar es ácido, se debe añadir algún regulador de pH, como el citrato sódico.

El alimento se sumerge en una disolución de alginato de sodio (1l de agua por cada 5g de alginato). El alginato reacciona con el calcio de la mezcla, formándose una membrana de alginato de calcio en forma de gel. En este caso el tiempo no es tan importante, ya que es el baño el que gelifica al rededor de la mezcla y no al revés; sin embargo, debe estar al menos minuto y medio en el baño para que se forme la esfera.

Material:

- Caldo de pollo
- Vidrio de reloj
- Vaso de precipitados 1l
- Dos vasos de precipitados 0,5l
- Probeta 250ml
- Glucanolactato de sodio 2,5g
- Cloruro de calcio 2,5g
- Cuchara semiesférica

Procedimiento:

Previamente, se debe obtener el alimento que se quiera esferificar en estado líquido. Una vez elegido, en este caso caldo de pollo¹², se prepara el baño de cloruro de calcio o se mezcla el alimento con alginato de sodio, no importa el orden.

Para el baño de cloruro de calcio, se miden 2,5g de $CaCl_2$ sobre el vidrio de reloj y 500ml de agua con la probeta y se vierte en el vaso de precipitados de un litro¹³. A continuación, se disuelve el cloruro de calcio en el agua y se reserva.

Para el alimento, se miden 5g de glucanolactato de bario en vidrio de reloj y 250ml con la probeta. Ambos se mezclan en uno de los vasos de precipitados de medio litro y se reserva.

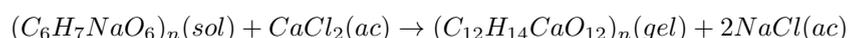
¹¹En la esferificación directa se añade cloruro cálcico, ya que se disuelve en el baño y no en el alimento. Sin embargo, no puede ser usada en la esferificación inversa, ya que deja sabor. Por esto se emplea glucanolactato de calcio.

¹²Como es un alimento que se disfruta mejor en caliente, lo mejor es calentarlo sin pasarse antes de realizar la preparación. Basta con que llegue a 35°C.

¹³En realidad no hace falta mucha precisión en la medida del volumen, esto es porque una pequeña variación en el volumen no va a afectar mucho a una concentración tan pequeña del soluto.

Se sumerge la cuchara semiesférica en el baño de cloruro de bario y se echa el contenido de nuevo al baño (los restos que quedan en la cuchara ayudarán a hacer los esféricos, ya que reaccionará todo el exterior del alimento).

A continuación se echa el alimento sobre la cuchara, sin llegar a llenarla. Con sumo cuidado, se vuelve a sumergir la cuchara en el baño, para que se empiece a formar una película gelatinosa en el exterior, al reaccionar el glucanolactato de sodio con el cloruro de calcio y formar glucanolactato de calcio (en estado de gel) y sal común ($NaCl$).



Tras unos segundos, se da la vuelta a la cuchara despacio, para que la capa se forme por el resto de la esfera y se pueda desprender con la cuchara. Tras dos minutos en el baño de cloruro de bario, las esferas son transferidas a un baño de agua limpia en el otro vaso de precipitados, que quite los excesos y elimine el sabor a cloruro de bario.

Así, las esferas ya están listas para su consumo.

Presupuesto alimentario:

Tabla 13: Presupuesto de la práctica esferificación básica: 0,34€ por pareja o 3,36€ por clase de 20 alumnos.

Material	Alginato de sodio	Cloruro de calcio	Zumo de manzana
Coste €	9,70	13,57	0,65
Usos	100	125	5

Tabla 14: Presupuesto de la práctica esferificación inversa: 0,76€ por pareja o 7,61€ por clase de 20 alumnos.

Material	Glucanolactato de sodio	Cloruro de calcio	Caldo de pollo
Coste €	9,77	13,57	1,99
Usos	50	200	4

A.6. Preparación de emulsiones

“Una mezcla se compone por una o más sustancias en composición variable” (Khan Academy, 2020). Existen dos tipos principales, las heterogéneas y las homogéneas, aunque hay otras formas de clasificarlas.

Una **mezcla homogénea** es aquella en la que las sustancias que la componen son indistinguibles y tiene aspecto uniforme, como la leche o el aire.

Dentro de este grupo, están las mezclas en las que los componentes están disueltos (el soluto ha reaccionado con el disolvente), y los coloides, donde los componentes son microscópicos y están dispersos en un líquido o gas.

Una **mezcla heterogénea** es aquella en la que los componentes se pueden distinguir claramente, como en el granito.

Una mezcla entre agua y aceite, sustancias que no se atraen o reaccionan entre sí, tiende a separarse, quedando el agua abajo y el aceite por encima por sus densidades, por lo que suelen ser mezclas heterogéneas. Sin embargo, se pueden crear emulsiones de ambos tipos.

Una **emulsión** es una mezcla en la que pequeñas gotas de un líquido quedan esparcidas y encapsuladas por otro líquido (Hernández, 2022). Dependiendo del tamaño de las gotas, pueden ser coloides o mezclas heterogéneas.

En esta actividad, los alumnos van a preparar dos emulsiones por parejas, una vinagreta y una mayonesa.

Vinagreta

Una vinagreta es una emulsión de aceite en agua. En este caso, esta es una mezcla heterogénea, ya que se puede observar claramente gotas de aceite en la mezcla.

Con ayuda de un agente emulsionante, la vinagreta queda más ligada y uniforme. En este caso se usa miel.

Material:

- Batidora y vaso de batir
- Probeta 100ml
- Aceite de cocina (girasol) 90ml
- Vinagre 60ml
- Miel 10ml

Procedimiento:

Medir en la probeta 90ml de aceite y verterlos sobre el vaso de la batidora. A continuación, hacer lo mismo con los 60ml de vinagre y por último, añadir unos 10ml de miel. Las cantidades pueden ser variadas al

gusto de la persona y la miel puede sustituirse por salsas como la mostaza o incluso por ajo machacado, que emulsionen la salsa.

Por último, batir hasta que la emulsión esté terminada.

Mayonesa

La mayonesa, también es una emulsión de aceite en agua, pero en este caso los componentes son indistinguibles, es decir, es una mezcla homogénea y en concreto, un coloide.

En la mayonesa, el agua es aportada por el huevo, cuya yema tiene agentes emulsionantes que ayudan a que la mezcla sea más homogénea como la lecitina y cuyas largas cadenas protéicas ayudan a dar consistencia a la mezcla. Así mismo, la acidez del vinagre o el limón ayuda a formar la emulsión.

Material:

- Batidora y vaso de batir
- Probeta 10ml
- Probeta 100ml
- Un huevo de gallina
- Aceite de cocina (girasol) 200ml
- Vinagre 10ml
- Sal

Procedimiento:

Cascar un huevo y verter el contenido en el vaso, con cuidado de que no caigan cáscaras. Añadir sal¹⁴ al gusto.

Medir los 10 ml de vinagre con la probeta pequeña y 100 ml de aceite con la probeta grande y verter ambos sobre el huevo.

Medir otros 100 ml de aceite e ir añadiendo poco a poco mientras se bate la mezcla sin levantar la batidora (se intenta evitar que entre aire, ya que puede cortar la mezcla, es decir, se formaría una mezcla heterogénea indeseada). Si se realiza correctamente, debería quedar una mezcla homogénea, aunque es posible que se corte.

Presupuesto alimentario:

¹⁴Este paso en realidad afecta más a la práctica de lo que parece, pese a no ser necesario, ya que la sal reacciona con la yema para formar varios agentes emulsionantes como la fosvitina (Biscayenne, 2016).

Tabla 15: Presupuesto de la vinagreta: 0,69€ por pareja o 6,85€ para una clase de 20 alumnos.

Material	Vinagre	Aceite	Miel
Coste €	0,85	28,43	5,70
Usos	16	50	90

Tabla 16: Presupuesto de la mayonesa: 1,36€ por pareja o 13,60€ por una clase de 20 alumnos.

Material	Sal	Vinagre	Huevo	Aceite
Coste €	1,38	0,85	1,20	28,43
Usos	100	100	6	25

A.7. Punto de ebullición y de fusión del agua

En esta práctica, se quiere mostrar como la sal afecta a las temperaturas de fusión y ebullición, permitiendo enfriar cosas más rápido y o llegar antes al punto de fusión, lo que puede ser negativo en cocina. Por ejemplo, Si se pone sal en el agua antes de que hierva para cocinar pasta, esta no llega a tanta temperatura y, por tanto, tardará más en cocinarse (esta diferencia es casi inapreciable para la cantidad de sal que se echa, pero muy acentuada si se aumenta la concentración).

Para comprobar ambos sucesos, vamos a realizar dos sencillas experiencias.

Material:

- Agua (tanto líquida como hielo)
- Sal (en grandes cantidades)
- Dos grandes contenedores
- Cocina de inducción
- Dos cazos pequeños
- Probeta de 250ml
- Zumo sin azúcar añadido
- Termómetro

Enfriando bebidas

Se va a poner en dos contenedores, hielos y agua. En uno de ellos se va a añadir una gran cantidad de sal.

En cada uno de los contenedores se va a depositar un brick de zumo por alumno, sumergidos por completo.

Cada minuto, los alumnos deben medir la temperatura de los contenedores y apuntarla para hacer un gráfico

de temperatura en función del tiempo en su cuaderno. Cuando pasen 25 minutos, se retiran los zumos para su consumo. Cada alumno debe anotar sus observaciones respecto al experimento y describir qué zumo estaba más frío.

Ebullición del agua

Cada pareja de alumnos medirá *1ldeagua*, es decir, 500ml para cada cazo, lo que equivale a dos veces la probeta. A uno de los cazos se le añaden dos puñados generosos¹⁵ de sal y se remueve.

Una vez enciendan la cocina de inducción con los dos cazos, medirán el tiempo que tarda cada cazo en llegar a ebullición. También apuntarán la temperatura de cada cazo en el momento que rompa a hervir y cuando lleva 3 minutos hirviendo.

Nota: Para medir las temperaturas, el termómetro se debe colocar en el centro del cazo y en su superficie, ya que no toda el agua se encuentra a la misma temperatura y a que el cazo estará a una temperatura mayor.

El tiempo sirve para ver que reducir la temperatura de ebullición del agua, tiene como consecuencia que hierva antes; sin embargo, gracias al termómetro, observarán que el cazo de agua salada deja de aumentar su temperatura, por lo que no podrá cocer las cosas más rápido.

Presupuesto alimentario:

Esta práctica gasta mucha sal, pero es barata y se puede recuperar dejando que se evapore el agua del contenedor.

Tabla 17: El presupuesto total para la práctica es de 3,36€ (contenedor con hielo, agua y sal) más 0,28€ por cada brick de zumo para cada alumno. Un total de 8,86€ para 20 alumnos.

Material	Sal	Hielo
Coste €	1,38	0,99
Usos	1	0,5

¹⁵Al ser un experimento cualitativo, la precisión solo es importante en la medida del agua, para que la única diferencia entre el contenido de los cazos sea la sal.

A.8. Reacciones de pardeamiento I

Una caramelización es una reacción de descomposición de una cadena azucarada, mientras que la reacción de Maillard es una reacción de un grupo de aminoácidos de una proteína

Estas reacciones son espontáneas, es decir, ocurren naturalmente, pero son muy lentas. Esta es una de las razones del sabor del jamón serrano y la razón por la que el ajo se vuelve negro y cambia su sabor¹⁶. Altas temperaturas aumentan mucho la velocidad de la reacción, así es como la carne, el pan y muchos más alimentos adquieren un color marrón al ser cocinados (las caramelizaciones también producen este efecto y en algunos alimentos se producen ambas a la vez). En la Figura 5 se pueden ver 4 ejemplos.

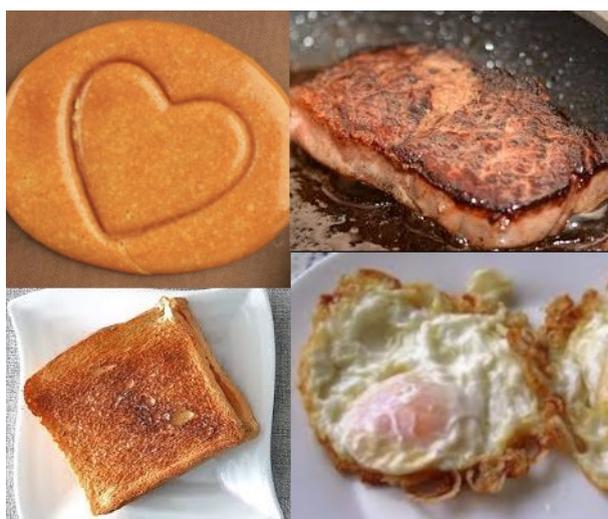


Figura 5: Por orden, galleta Dalgona, ternera sellada, pan tostado y huevo con puntilla. Estos son claros ejemplos de reacciones de pardeamiento.

Una de las mejores formas de ver el efecto de pardeamiento por caramelización es haciendo “galletas Dalgona¹⁷”. Por tanto, se seguirá la siguiente receta para cocinar las galletas.

Material para hacer galletas:

- Cocina de inducción
- Cazo apto para inducción
- Papel de cocina
- Vaso de precipitados de 200ml
- Vidrio de reloj

¹⁶El ajo negro es un ingrediente considerado una delicatessen, muy valorado en la cocina.

¹⁷Una galleta Dalgona es básicamente caramelo solidificado. Son las galletas surcoreanas mostradas en la afamada serie “El juego del calamar”.

- Azúcar 50g (cada galleta)
- Bicarbonato 2g (cada galleta)

Procedimiento:

Se realizará por parejas. Primero se pesan 100g de azúcar en el vaso de precipitados y 4g de bicarbonato en el vidrio de reloj (suficiente para dos galletas).

Se vierte el azúcar en el cazo y se calienta a fuego bajo mientras se remueve para evitar que se quemé. El azúcar se funde en caramelo y poco a poco cambia de color. Una vez obtenido el color deseado, se apaga el fuego y se añade el bicarbonato mientras se agita vigorosamente.

El bicarbonato causa la formación de burbujas, lo que modifica la textura de las galletas al enfriarse.

La mezcla, aún líquida, se vierte sobre el papel de hornear. Si el alumno lo desea, puede usar tijeras de cocina para recortar formas en las galletas mientras aún están calientes.

Presupuesto alimentario:

Tabla 18: Presupuesto de la práctica: 0,28€ por pareja o 2,77€ para una clase de 20 alumnos.

Material	Azúcar	Bicarbonato
Coste €	1,35	3,55
Usos	10	25

Esta práctica sale muy barata, ya que no se realizan más que una galleta por alumno, ya que estas son muy malas para la salud, pero es un ejemplo muy visual de los contenidos que se están impartiendo y pueden darle forma después, una actividad muy motivadora.

Aun así, puede ser recomendable cambiar esta práctica por otra, dependiendo de las políticas del centro.

A.9. Reacciones de pardeamiento II

La reacción de Maillard es, en realidad, un gran conjunto de reacciones que desembocan en productos similares a los de una caramelización, pero el proceso es mucho más complejo, además de poder producirse en número mucho mayor de reactivos. De hecho, los reactivos que desencadenan reacciones de Maillard se encuentran en casi todos los seres vivos. Ambas son reacciones que producen “pardeamiento”, es decir, los productos de la reacción son marrones.

Eso sí, la reacción de Maillard también es la responsable del color negro en los alimentos quemados y los productos de estas reacciones pueden llegar a ser dañinos para la salud en exceso.

Para ver este efecto de pardeamiento por reacción de Maillard, se puede tostar pan, cocinar carne u otros alimentos ricos en proteínas. En este caso, se tostará pan y se cocinarán huevos fritos hasta obtener la puntilla.

Primero se cortarán un par de rebanadas de pan de molde y se tostarán en la sartén por unos minutos con un pelín de aceite de oliva, hasta que tengan el color adecuado. Después se cocinarán los huevos de acuerdo al siguiente guion.

Material para hacer huevos fritos:

- Cocina de inducción
- Sartén antiadherente apta para inducción
- Aceite de cocina (en este caso debe ser de oliva y sabor suave)
- Huevos de gallina
- Utensilios de cocina
- Una pizca de sal
- Termómetro para cocina
- Plato hondo
- Papel absorbente

Procedimiento:

Cubre el fondo de la sartén con aceite (no más de un dedo de alto) y deja que caliente hasta la temperatura adecuada para freír. Para medirla en casa, se puede usar una pizca de harina, un trozo de pan o de patata e incluso algunos utensilios de madera, que burbujan cuando la temperatura es adecuada. Pero siempre es mejor hacer uso de un termómetro. La temperatura deseada es de, al menos, 120°C . Razón por la que se

debe usar aceite de oliva, que tiene un punto de humo mucho mayor (aguanta temperaturas mucho mayores que el aceite de girasol no procesado).

Casca los huevos por un lateral, preferiblemente sobre una superficie plana¹⁸ y vierte el contenido sobre un plato hondo¹⁹. Para evitar que salte el aceite al echarlo en la sartén, se debe posar el huevo gentilmente sobre el aceite, desde cerca, usando el plato.

Mueve la sartén ligeramente para asegurar que no se pega al fondo y usa una espumadera de madera o silicona para echar aceite de los bordes de la sartén sobre la clara del huevo, para cocinar los bordes rápidamente y que se forme la puntilla.

Finalmente, cuando la puntilla del huevo se extienda por todo el borde, se retira sobre papel absorbente y se sala al gusto.

Nota: Los alumnos serán avisados de que van a hacer tostadas y huevos, para que puedan traer sus propios ingredientes y preparar sandwiches para el recreo.

Presupuesto alimentario:

Tabla 19: Presupuesto de la práctica: 1,08€ por pareja o 10,76€ para un grupo de 20 alumnos.

Material	Pan de molde	Sal	Huevo	Aceite
Coste €	1,25	1,38	1,20	
Usos	25	200	3	50

¹⁸En contra del consenso popular, cascar los huevos sobre una superficie plana es probablemente la mejor forma de hacerlo, ya que la cascara se mantiene más unida y es menos probable que caigan cáscaras de huevo.

¹⁹Se puede hacer directamente sobre aceite, pero se evita en este caso por razones de seguridad.

A.10. Separación de mezclas: Haciendo queso fresco

La leche es un coloide que contiene grandes cadenas de proteínas y grasas disueltas. Separar al soluto del disolvente en este caso no es demasiado complicado, ya que un entorno ácido, baja la solubilidad del fosfato de calcio que estabiliza la caseína (una de las proteínas de la leche), la cual se desnaturaliza encerrando gran parte de los nutrientes de la leche. El aumento en temperatura, acelera este proceso al desestabilizar aún más la caseína (Quesos Artesanos, Principado de Asturias, 2013).

Realizar esta receta no lleva tanto tiempo, por lo que se puede aprovechar el resto del tiempo para mostrar otros métodos, se dan ejemplos en la Sección A.10.

Crear mantequilla es similar, así que se deja como una experiencia para realizar en casa (opcional). Para hacer mantequilla, solo hace falta una batidora y nata alta en grasa. Se bate la nata sin parar, llegará un momento en que se monte, pero hay que seguir batiendo hasta que se corte la nata (se coagulan las partes sólidas de la nata, como pasa con la leche). Se debe amasar los restos sólidos y añadir sal al gusto. Tras esto se lava la mantequilla, se amasa un poco más y se deja reposar. Es mejor repetir el proceso un par de veces.

Materiales:

- Leche entera 1l
- Vinagre 40ml
- Sal 2g
- Cazo
- Probeta 50ml
- Cocina de inducción
- Paño de muselina (trapo muy fino que transpira, especialmente diseñado para este tipo de recetas) o un trapo fino
- Colador y recipiente grande
- Vidrio de reloj

Procedimiento:

Se vierte el litro de leche en el cazo (ya viene 1l en cada envase) y se calienta a fuego medio-alto, hasta que empiece a humear. Mientras calienta, pesa 2g de sal y añádelos.

Medir 40ml de vinagre con la probeta, para echarlos en la olla una vez empiece a humear. Poner el fuego en bajo y dejar que se separen los líquidos (llamado el suero de la leche) y los sólidos (la mayoría de nutrientes de la leche).

Colocar el paño sobre un gran recipiente y una vez esté completamente coagulada la leche, separar los sólidos con un colador y ponerlos sobre la tela. Dejar ahora la tela sobre el colador, y este sobre el contenedor, para que el exceso de agua siga cayendo. Se exprime la tela para dejar caer el máximo de agua y se reserva en la nevera hasta el día siguiente.

Presupuesto alimentario:

Tabla 20: Presupuesto de la práctica: 0,93€ por pareja o 9,27€ para una clase de 20 alumnos.

Material	Sal	Vinagre	Leche
Coste €	1,38	0,85	0,89
Usos	500	25	1

B. Anexo II: Experiencias de cátedra

En ocasiones, una experiencia es muy anecdótica, costosa, complicada o lenta como para que la realicen los alumnos. En estos casos, que la experiencia la realice el profesor permite sortear estos problemas.

B.1. Cocina de inducción (experimento de cátedra)

Esta experiencia se realiza el mismo día que la experiencia de laboratorio de la Sección A.3. Consistirá en un sencillo experimento por el que se van a calentar dos pequeñas masas de agua hasta la ebullición.

Cada recipiente será de cristal, apto para estas temperaturas, y contendrá un objeto metálico. Uno de ellos será una corona circular plana y el otro un prisma alargado y delgado.

La cocina de inducción produce corrientes circulares, por lo que la forma del prisma no es óptima para calentarse (si el eje largo del prisma está perpendicular a la dirección del campo), por lo que la corona debería calentarse mucho más rápido. Al echar en ambos recipientes 100ml de agua y llevarla a ebullición, podemos comprobar esta hipótesis.

Debido a estas corrientes, llamadas corrientes de Foucault (o “Eddy currents”), se producen altas pérdidas energéticas en forma de calor. En algunos casos, se tiene que dividir una pieza de material conductor, como en la Figura 6, en varias secciones aisladas entre sí, lo que reduce las corrientes y, por tanto, las pérdidas (Corchete y Victor, 2019).

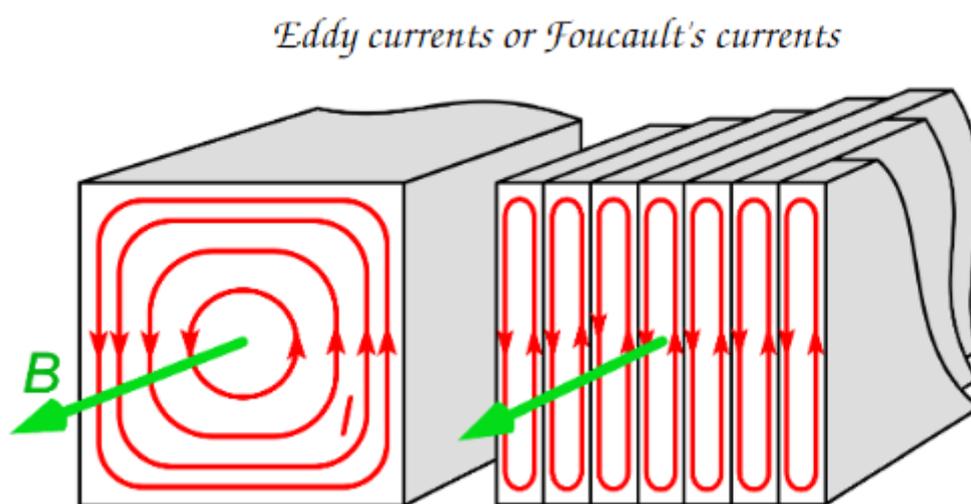


Figura 6: Representación de las corrientes de Foucault.

Si se dispone de una cantidad suficiente de objetos metálicos, se puede plantear como parte de la experiencia

de laboratorio correspondiente para que la realicen los alumnos.

B.2. Ejemplos de otras separaciones de mezclas (no culinarias):

Experiencias de cátedra que muestran otros métodos de separación de mezclas, realizables durante la actividad descrita en la Sección A.10 Separación de mezclas.

■ *Decantación:*

Al inicio de la sesión, se va a mezclar agua con aceite, en proporciones similares y poner la mezcla en un embudo de decantación. Se agita el embudo para que se vea como con el tiempo, los líquidos inmiscibles se acaban separando, y por su diferencia en densidad, se pueden separar.

Una vez se ha decantado (al final de la clase), se abre la llave hasta que solo quede aceite. Este procedimiento a veces se utiliza para limpiar de impurezas una sustancia hidrófoba.

■ *Destilación:*

Se disuelve bastante sal en agua, se pone la disolución en un matraz esférico. Se monta el matraz sobre un mechero Bunsen y se calienta para que hierva la disolución. Cuando se ha evaporado por completo, queda únicamente el soluto (sal).

B.3. Manzana oxidada:

Al igual que muchas otras frutas, si se deja un trozo de manzana sin la piel que la protege, esta se oxida, ennegreciéndose. Los compuestos que reaccionan son unas enzimas llamadas o-difenoles y reaccionan con oxígeno para formar o-quinonas y agua, como se aprecia en la Figura 7.



Figura 7: Reacción de oxidación de las enzimas o-difenol.

Esta es otra reacción de pardeamiento, aunque en este caso es siempre indeseada. Por tanto, para que los alumnos puedan apreciar lo rápido que ocurre la reacción, durante la actividad de pardeamiento el profesor dejará un vidrio de reloj con una rodaja de manzana en cada mesa. Los alumnos deberán tomar notas sobre el tiempo que ha estado la manzana y cuanto y como ha cambiado, aunque solo será una pequeña observación complementaria a la actividad de “Reacciones de pardeamiento”.

C. Anexo III: Resumen

En este anexo se muestra una tabla resumen de los conteni

Para describir las actividades en las que se aplican los criterios de evaluación, se utiliza la codificación que muestra la Tabla 2.

Tabla 21: Resumen de los elementos del currículo

ELEMENTOS DEL CURRÍCULO				
Objetivos generales	Objetivos FyQ	Competencias	Contenidos	Criterios Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar la adquisición de competencias de todo el alumnado, mediante una educación justa y efectiva. ▪ Normalizar y afrontar las distintas dificultades sociales que enfrente el alumnado. ▪ Fomentar el uso crítico de fuentes fiables para evitar noticias falsas. ▪ Facilitar la colaboración y comunicación efectiva entre alumnos. ▪ Promover la investigación y la integración de conocimientos interdisciplinarios. ▪ Afrontar las dificultades de aprendizaje sociales, promoviendo la aceptación entre iguales. ▪ Fomentar la sostenibilidad ecológica y alimentación saludable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proveer una base sólida en física y química para una acción responsable ante problemas ecológicos. ▪ Enseñar Física y Química de manera educativa, motivadora e integradora, aplicable en el día a día. ▪ Instruir en técnicas de cocina y nutrición, vinculándolas con principios fisicoquímicos. ▪ Utilizar alimentos adecuados para ilustrar conceptos de Física y Química de forma práctica y atractiva. ▪ Acostumbrar a los alumnos al entorno del laboratorio y al trabajo en equipo. 	<p>CE1- Comprender fenómenos fisicoquímicos y establecer relaciones con leyes científicas.</p> <p>CE2- Formular y apoyar hipótesis sobre fenómenos físicos mediante evidencias científicas.</p> <p>CE3- Aplicar lenguaje científico y matemático, y normativas de seguridad en el laboratorio.</p> <p>CE4- Utilizar recursos variados para una comunicación efectiva y crítica.</p> <p>CE5- Colaborar para investigar la importancia de la ciencia en la sociedad.</p> <p>CE6- Comprender la ciencia como proceso evolutivo impulsado por cambios de paradigma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo experimental y proyectos de investigación. ▪ Normas de uso de cada espacio y uso de materiales diversos. ▪ Valoración del papel científico en la sociedad. ▪ Sustancias comunes y sus aplicaciones. ▪ Métodos de preparación de mezclas. ▪ Efectos del calor y su aplicación cotidiana. ▪ Análisis de cambios físicos y químicos. ▪ Factores que influyen en las reacciones químicas. ▪ Teoría cinético-molecular y cambios de estado. ▪ Transformación y tipos de energía. ▪ Diseño experimental de hipótesis sobre uso de energía eléctrica. ▪ Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas. ▪ Relaciones de la química con medio ambiente, tecnología y sociedad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Comprender y describir fenómenos fisicoquímicos cotidianos. 1.2. Resolver problemas fisicoquímicos aplicando conceptos adecuados. 1.3. Reconocer el impacto de la ciencia en su entorno. 2.1. Usar el método científico para describir fenómenos. 2.2. Comprobar o refutar hipótesis de forma analítica. 2.3. Formular hipótesis coherentes con la teoría. 3.1. Utilizar diferentes formatos para describir datos. 3.2. Aplicar normas de comunicación científica y sistemas de unidades. 3.3. Seguir normas de seguridad y sostenibilidad en el laboratorio. 4.1. Usar recursos variados para aprendizaje y comunicación. 4.2. Usar fuentes fiables y trabajar siguiendo el método científico. 5.1. Colaborar constructivamente para la coeducación. 5.2. Investigar en pequeños proyectos para mejorar la sociedad. 6.1. Reconocer avances científicos y sus efectos en la sociedad. 6.2. Identificar soluciones científicas a problemas sociales.

D. Anexo IV: Rúbricas

En esta sección se presentan rúbricas que, por su tamaño, no se podían presentar en sus apartados correspondientes. Los cuadros vacíos en la rúbrica, son notas que no se pueden obtener en ese apartado.

Tabla 22: Rúbrica de evaluación del cuaderno de laboratorio.

Crterios	Insuficiente (0)	Regular (3,5)	Bien (6,5)	Destacable (10)	Ponderación
Descripción del marco teórico	No describe la teoría relacionada con las actividades o falla en su correcta descripción	No parece comprender la mayoría de los contenidos o le falta describir una gran parte de la teoría	Demuestra comprensión en la mayoría de apartados	Comprende la teoría en su totalidad	30 %
Observaciones realizadas	No realiza observaciones o demuestra no comprender su importancia	Realiza observaciones poco profundas o con poca relación con el experimento	Plasma sus observaciones y realiza sus propias hipótesis o encuentra puntos de mejora en su actuación	Plasma sus observaciones, realiza sus propias hipótesis y autoevalúa su trabajo para encontrar puntos donde mejorar	10 %
Cálculo y análisis	Realiza los cálculos incorrectamente, sin emplear las fórmulas o conceptos adecuados	Realiza la mayoría de cálculos correctamente, pero con pobres explicaciones sobre cómo los realiza o por qué	Calcula correctamente y analiza sus resultados, relacionándolos con las conclusiones	Realiza los cálculos, fundamentando las fórmulas con el marco teórico y relacionando los resultados con las conclusiones	15 %
Materiales y procedimientos	Se equivoca al describir los materiales utilizados o los pasos realizados durante la práctica	Describe el material utilizado vagamente, sin datos adicionales como el volumen de una probeta		Describe las cualidades del material que utiliza en cada paso del procedimiento	10 %
Conclusión	No presenta conclusiones o son en su mayoría erróneas y contradictorias	Propone conclusiones imprecisas, en ocasiones equivocadas o contradictorias con sus observaciones	Propone unas conclusiones mayoritariamente lógicas, que no contradicen los datos o teoría	Propone unas conclusiones claras y precisas, apoyándose en su marco teórico y observaciones	20 %
Orden y coherencia	No se distinguen las prácticas realizadas y resulta imposible de comprender	Prácticas algo desordenadas (añadiendo información donde no cuadra), dificultando su lectura	Con prácticas ordenadas y no resulta difícil de comprender	Las prácticas están ordenadas, con sus apartados bien diferenciados y es fácilmente comprensible	15 %

Tabla 23: Rúbrica de evaluación del escrito del proyecto final.

Crterios	Insuficiente (0)	Regular (3,5)	Bien (6,5)	Destacable (10)	Ponde- ración
Cohesión y estructura	No se entiende claramente el proceso seguido cronológicamente o las intenciones del trabajo con cada paso	El proceso está descrito cronológicamente, pero no se distinguen los apartados	Describe el proceso seguido y todas las partes relevantes del trabajo	Tiene la calidad de un artículo de investigación de campo, con todas sus partes descritas y ordenadas	20 %
Desarrollo del tema elegido	No se llega a obtener una solución a los problemas ecológicos escogidos	El tema elegido solo tiene una relación vaga con la materia y no justifica el problema que plantea	El tema se relaciona claramente con la materia y su elección está justificada	La solución planteada es novedosa, útil y fácil de aplicar	30 %
Resultados	No destaca los resultados del proyecto	Resultados con baja coherencia o poco efecto sobre el problema abordado	Describe resultados coherentes y demuestra que su proyecto es realizable	Obtiene unos resultados muy positivos, que conecta firmemente con el proceso seguido y la base teórica, coincidiendo con su hipótesis	20 %
Análisis de datos	No es capaz de tomar datos relacionados con el proyecto	Describe brevemente los progresos logrados	Hace un claro seguimiento del progreso logrado y los interpreta	Es capaz de cualificar o cuantificar los progresos, para compararlos y comprobar que va por el buen camino, obteniendo conclusiones coherentes o realizando nuevas hipótesis	15 %
Actitud hacia el proyecto	Muestra poco interés, entregando un proyecto poco desarrollado, sin intentar combatir una problemática real		Muestra buena actitud, implicándose en el proyecto fuera del aula	Demuestra su dedicación hacia el proyecto con numerosas entradas en las que realiza pruebas o cambios significativos	5 %
Resultados del proyecto	No se cumple el objetivo del trabajo	No se acaba el proyecto a tiempo, pero la utilidad de sus propuestas parece clara	El proyecto da resultados, pero son poco aplicables o difíciles de llevar a cabo	El proyecto muestra una clara solución a un problema ecológico, que es fácil de seguir	10 %