



TRABAJO FIN DE MÁSTER
**UN ENFOQUE
CULINARIO COMO
COMPLEMENTO DE
LA CIENCIA EN LA
ESCUELA.**

Estudiante: Clara Peco García

Especialidad: Física y Química

Tutoras: Inmaculada Simón Vilella y Rosa María Martínez
Martínez

Curso académico: 2023-24



ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave.....	1
2. Introducción.....	2
3. Revisión bibliográfica.....	6
4. Propuesta.....	16
5. Conclusiones.....	22
6. Referencias.....	24



1. Resumen y palabras clave

El uso del método denominado Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es cada vez más frecuente en las escuelas debido a que incorpora ventajas, entre las que destacan el desarrollo del pensamiento crítico y el aprendizaje significativo y colaborativo, que ayudan a mejorar el grado de comprensión del contenido del currículo escolar y aumentan la motivación del estudiantado. El objetivo de este trabajo de investigación es indagar sobre la aplicación de los proyectos que utilizan la temática alimentaria en la enseñanza de la disciplina científica de la química, para posteriormente desarrollar una propuesta práctica con la que aplicar en las clases de química de secundaria y bachillerato el método ABP a través de los alimentos y la cocina. Se realizó una revisión bibliográfica en torno a artículos científicos que abordan la implementación de los proyectos para lograr el aprendizaje de saberes básicos y conceptos químicos mediante la comida y la alimentación. Se diseñó una propuesta pedagógica dividida en 4 bloques de conocimiento: elementos de la tabla periódica, masas atómicas y concepto de mol, estados de la materia y reacciones químicas. Para cada bloque se desarrollaron 6 partes: objetivo, reto, búsqueda, práctica, cuestiones y evaluación. Finalmente se concluyó que durante la enseñanza de las ciencias químicas existe un abanico muy amplio de posibilidades con las que utilizar la metodología ABP con alimentos en distintas unidades didácticas, lo que favorece y enriquece la educación de los estudiantes.

Palabras clave: alimentos, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), bachillerato, cocina, educación secundaria, química.

2. Introducción

En el ámbito educativo ha sido y es muy frecuente el uso de lo que se conoce como enseñanza directa, la cual suele estar conformada por tres pasos: presentación, práctica y prueba. Es decir, el docente presenta unos contenidos, el estudiantado practica actividades utilizando dichos contenidos y, en último lugar, realiza una prueba en la que reproduce las actividades y contenidos anteriormente mencionados. Esta metodología de enseñanza tradicional, normalmente centrada en el empleo de clases magistrales, suele provocar un aprendizaje memorístico, repetitivo, de corta duración y sin pensamiento crítico, pues los estudiantes toman y asimilan aquellos conocimientos que posee el docente sin cuestionar su sentido, valor o veracidad (Trujillo, 2014).

En los últimos años y con la intención de mejorar el proceso de aprendizaje, ha surgido un nuevo método educativo donde el docente plantea al estudiantado preguntas, problemas o retos reales, a los cuales debe dar solución. Durante la búsqueda de dicha respuesta, el alumnado elabora, procesa y comparte información, ensayando, corrigiendo, aplicando y discutiendo constantemente sobre los conceptos y contenidos, es decir, haciendo y aprendiendo. Se trata de un aprendizaje que para ellos resulta significativo y que aumenta su motivación e implicación. Esta nueva estrategia educativa lleva por nombre Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y se define como una metodología que permite al estudiantado adquirir conocimientos y competencias clave mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real (Trujillo, 2014).

Estrechamente ligada al ABP se encuentra la enseñanza STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics). A través de los proyectos, se realizan múltiples actividades independientes y al mismo tiempo relacionadas entre ellas, las cuales favorecen un modelo de aprendizaje interdisciplinario y colaborativo en el que el estudiantado desarrolla habilidades en las distintas áreas de conocimiento que conforman las siglas STEAM. Este tipo de enseñanza, además de mejorar el proceso de aprendizaje, incentiva en el alumnado vocación hacia profesiones en ciencia y tecnología y les aporta competencias relacionadas con la creatividad, comunicación, pensamiento crítico y colaboración, que son necesarias para alcanzar los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) presentes en la Agenda Mundial 2030. Integradas y de la mano de este método educativo también se encuentran las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), recurso que usado adecuadamente ayuda, facilita y enriquece la aplicación de la metodología ABP y la adquisición de competencias científicas (Yang *et al.*, 2024).

Dichas competencias tienen, además, implicaciones en el modo en el que el estudiantado desarrolla la ciudadanía, puesto que existen aplicaciones científicas que están abiertas a debates éticos y ambientales, como son por ejemplo la síntesis de fármacos opioides o el uso de energía nuclear, entre muchas otras. Se trata de distintos dilemas con los que el estudiantado puede evaluar riesgos, analizar de forma crítica la información que aparece en los medios de comunicación y distinguir entre aquello que sí es ciencia y aquello que no es científico. Además, el uso de controversias en el ámbito socio-científico permite conectar los contenidos de las asignaturas de ciencias con el entorno más cercano del estudiantado, generando un aprendizaje mucho más profundo y transversal, lo cual conseguimos aplicando la metodología ABP (Couso, 2020).

Por otra parte, dentro del método de ABP es posible el desarrollo de un modelo de Aprendizaje Colaborativo (AC), con el cual, se crea un ambiente de aprendizaje dónde el estudiantado se ayuda entre sí, de modo que tanto el estudiante que explica cómo el que escucha, alcanzan una mejor y mayor comprensión de la materia. El AC favorece la formación de ciudadanos menos individualistas y dóciles, pero más solidarios y críticos. El trabajo en grupo aumenta las relaciones positivas entre el alumnado, la responsabilidad, el compromiso, la ayuda, la comprensión y la escucha y replanteamiento de los distintos puntos de vista, consiguiendo que el estudiantado cumpla objetivos educativos en los ámbitos cognoscitivo, afectivo y social. Se trata de un enfoque más centrado en el alumnado y menos centrado en el equipo docente, donde se destaca la importancia de promover competencias relacionadas con el trabajo en equipo, la adaptabilidad frente a nuevas situaciones y la integración de conocimientos, habilidades, aptitudes y destrezas, aplicándolos a la práctica (Simó *et al.*, 2016).

Según Quintanal Pérez (2023) la estrategia de ABP se estructura en dos bloques. El primero de dichos bloques es el diseño del problema por parte del docente, en el cuál se deben contemplar tres aspectos: la relevancia que tiene el problema respecto a aquellos conceptos que están aprendiendo el estudiantado de un determinado curso y asignatura, la cobertura que otorga el problema para guiar a los alumnos en la búsqueda y aplicación de los contenidos de la unidad didáctica y la complejidad que el problema requiere para su resolución. Finalizado el diseño del problema, el segundo bloque es la aplicación de la estrategia, la cual puede seguir el esquema básico del ABP o la guía de siete pasos de Maastricht. Los siete pasos son: 1- El docente aclara los conceptos y términos más complejos de la unidad didáctica. 2- El docente define el problema al alumnado. 3- El alumnado propone distintas soluciones a través de una lluvia de ideas. 4- Con la ayuda del docente, se organizan y resumen las ideas del tercer paso. 5- Docente y estudiantado formulan y fijan los objetivos que son pertinentes alcanzar durante el proyecto. 6- El alumnado busca información, trabaja y estudia los distintos objetivos establecidos. 7- El estudiantado sintetiza y discute la información, llegando a conclusiones.

Tras haber definido e introducido el concepto de ABP, a continuación, en la Tabla 1, se exponen las principales ventajas y desventajas de esta técnica de enseñanza de acuerdo con Quintanal Pérez (2023).

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de la implementación de ABP en el aula, Quintanal Pérez (2023).

Ventajas del uso de ABP	Desventajas del uso de ABP
Mayor motivación e implicación del alumnado, produciéndose un aprendizaje que para ellos es más significativo, ya que el hecho de enfrentarse a situaciones reales hace que recuerden la información más fácilmente.	Transición lenta desde la metodología tradicional hacia el ABP, siendo necesarios cambios en la perspectiva de enseñanza y la toma de nuevas acciones a las que los docentes no están tan acostumbrados.
Integración del conocimiento de distintas disciplinas en un mismo	Modificación de la programación curricular en la que se ha de tener muy en cuenta los



proyecto, puesto que se precisa de todas ellas para la resolución del problema. El aprendizaje ocurre de forma más dinámica y global.	contenidos específicos de las determinadas asignaturas y cursos durante el diseño de los proyectos, intentando evitar duplicados o copias de un mismo proyecto en cursos diferentes.
Mejora y ampliación de distintas habilidades de aprendizaje, entre ellas, pensamiento crítico, creatividad, habilidades interpersonales y habilidad de trabajo en equipo.	Los proyectos de investigación requieren de bastante tiempo, o al menos, más que el de una metodología tradicional, por lo que se ha de invertir más tiempo para lograr el aprendizaje.
Autodirección del estudiantado durante el proceso de enseñanza, es decir, el alumnado toma responsabilidad con respecto a su aprendizaje y a la selección de fuentes y recursos que necesitan para la investigación del reto.	Necesaria disponibilidad de recursos y accesibilidad a fuentes de información por parte de todo el alumnado.
Aumento de la comprensión de los conceptos y asimilación de una mayor cantidad de información.	Nuevos cambios en el modo de evaluar, a través de la autoevaluación y la coevaluación.

Poniendo el foco más concretamente en la asignatura de química, cabe destacar que ésta suele ser percibida de manera poco atractiva por parte del estudiantado debido, entre otros aspectos, al estudio de las teorías científicas, el cual puede resultarles bastante tedioso. Además, esta disciplina implica el uso y conocimiento de conceptos específicos, representaciones simbólicas, fórmulas matemáticas, reacciones químicas, experimentos relevantes y lenguaje técnico, constituyendo todos estos elementos una dificultad añadida a la hora de que los componentes curriculares de esta materia sean correctamente asimilados por jóvenes estudiantes de secundaria y bachillerato. De este modo, resulta adecuado y recomendable aplicar la metodología ABP para mejorar las habilidades de escritura científica, práctica experimental y entendimiento de la química en general, puesto que incorpora actividades prácticas y cooperativas que aumentan el interés y la implicación del alumnado, fomentando un aprendizaje más significativo. Mediante la evaluación, en este tipo de metodología, se produce una retroalimentación hacia el estudiantado que afecta muy positivamente al desarrollo de habilidades, no únicamente cognitivas, sino además afectivas y psicomotoras, en definitiva, enriqueciendo al estudiantado con experiencias de aprendizaje y habilidades sociales (Wan Yusof *et al.*, 2021).

Dentro del ABP en química, a través de la investigación experimental y la indagación, el estudiantado participa en clase como si de propios investigadores se tratara, interiorizando conceptos químicos al mismo tiempo que aumenta su motivación intrínseca respecto al aprendizaje de la química. Al emplear un enfoque centrado en la indagación se consigue que el alumnado desarrolle constructos como son la autonomía, la competencia y la interacción, aumentando el placer de los mismos por aprender



química y mejorando sus habilidades y conocimientos en este campo científico (Ferreira *et al.*, 2021).

El objetivo de este trabajo es encontrar soluciones a la problemática anteriormente planteada, ocasionada a raíz de las carencias de la educación tradicional, a través de la implementación de la metodología ABP en la asignatura de química en institutos de educación secundaria y bachillerato, y más específicamente en una estrategia ABP centrada en el uso de alimentos, para así intentar y conseguir mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje, todo ello, mediante la realización de una revisión bibliográfica detallada sobre el uso de los alimentos y la cocina en la enseñanza de la asignatura de química mediante estrategias del tipo ABP, así como una posterior propuesta práctica sobre la misma temática.



3. Revisión bibliográfica

En el presente trabajo se ha realizado una búsqueda de bibliografía sobre la aplicación de la metodología ABP en la enseñanza de la materia de química durante la educación secundaria y el bachillerato, la cual se centra principalmente en el aprendizaje a través de los alimentos y la cocina. Atendiendo a la rúbrica de evaluación de los Trabajos de Fin de Máster (TFM) del máster de formación del profesorado impartido en la Universidad Miguel Hernández (UMH), repartida entre los apartados de introducción y revisión bibliográfica se encuentra información originaria de 15 fuentes bibliográficas, con al menos 10 de ellas publicadas en los últimos 5 años y mínimo 5 en lengua extranjera. A continuación, nos centramos en 8 de los artículos presentes en dicha bibliografía que van a ser presentados ordenadamente de mayor a menor antigüedad respecto a su fecha de publicación.

En primer lugar, comenzamos con Obaya et al. (2018), quienes abordan la enseñanza de la cinética química mediante una estrategia ABP que viene encabezada por la siguiente pregunta: “¿En qué tiempo se descompone la leche pasteurizada a temperatura ambiente?” Y aunque este artículo está descrito para el estudiantado universitario de los grados en química y biología, puede aplicarse perfectamente al estudiantado de 2º de bachillerato, puesto que la cinética química es una unidad didáctica en la asignatura de química de este nivel educativo. En la Tabla 2 se recogen una serie de preguntas que deben ser formuladas por el docente hacia el alumnado, quienes reflexionarán sobre ellas y les buscarán respuestas, las cuáles serán puestas en común y corregidas por el docente, estando estas respuestas recogidas a su vez en la Tabla 2.

Tabla 2. Preguntas y respuestas de acuerdo con la bibliografía de Obaya et al. (2018).

Preguntas	Respuestas
¿Cuál es la composición química de la leche?	La leche es una disolución que contiene glúcidos, lípidos, vitaminas, sales minerales y proteínas, encontrándose entre estas últimas la caseína.
¿Cuál es la vida útil o fecha de caducidad de un alimento?	Es el tiempo necesario para que se degrade el 10% del principio activo del alimento, o lo que es lo mismo, cuando se descompone un décimo (1/10) del principio activo. En la leche el principio activo es la caseína.
¿Por qué se produce la descomposición de la leche pasteurizada?	La leche contiene bacterias que generan ácido láctico, el cual disminuye el pH de la leche y rompe las micelas de la caseína, y como consecuencia la caseína precipita.
¿Cómo afecta la temperatura a la velocidad de descomposición de la leche?	Según la teoría de colisiones, cuanto mayor es la temperatura, mayor es la velocidad con la que se mueven las partículas de los reactivos, produciéndose más choques entre ellas, obteniéndose más

	rápidamente los productos y, por tanto, aumentando la velocidad de reacción.
¿Cuáles son los valores de las constantes de la descomposición de la caseína en la leche a distintas temperaturas?	Estando la temperatura (T) en °C y la constante de velocidad (k) en h ⁻¹ , los datos son los siguientes: T=7 °C, k=0.000411 h ⁻¹ T=15 °C, k= 0.000781 h ⁻¹ T=20 °C, k= 0.001695 h ⁻¹ T=28 °C, k= 0.004903 h ⁻¹ T= 40 °C, k= 0.013570 h ⁻¹
¿Qué modelo matemático presenta la descomposición de la leche?	La descomposición de la leche presenta una cinética de primer orden. La obtención de las ecuaciones matemáticas con las que se calcula el tiempo de descomposición de la leche pasteurizada se describe a continuación de esta tabla.

Este problema también tiene un importante componente interdisciplinar, además de con la asignatura de biología por la presencia de biomoléculas en la leche, sobre todo con la asignatura de matemáticas, puesto que el estudiantado deberá aplicar conocimientos matemáticos adquiridos a lo largo de toda su etapa educativa para poder obtener las ecuaciones con las que calcular el tiempo de descomposición de la leche pasteurizada. El procedimiento matemático que tiene que llevar a cabo el estudiantado es el siguiente:

1. El alumnado aplicará las propiedades de los logaritmos para transformar la Ecuación de Arrhenius en la ecuación de una recta, donde el logaritmo de la constante de velocidad (Lnk) corresponde al eje de ordenadas (eje y), la inversa de la temperatura (1/T) corresponde al eje de abscisas (eje x), el logaritmo de la constante preexponencial (LnA) es la ordenada en el origen y el cociente entre la energía de activación y la constante R (Ea/R), siendo R = 8,31 J· mol⁻¹· K⁻¹, es la pendiente de la recta.

$$k = A \cdot e^{[-Ea/(R \cdot T)]}$$

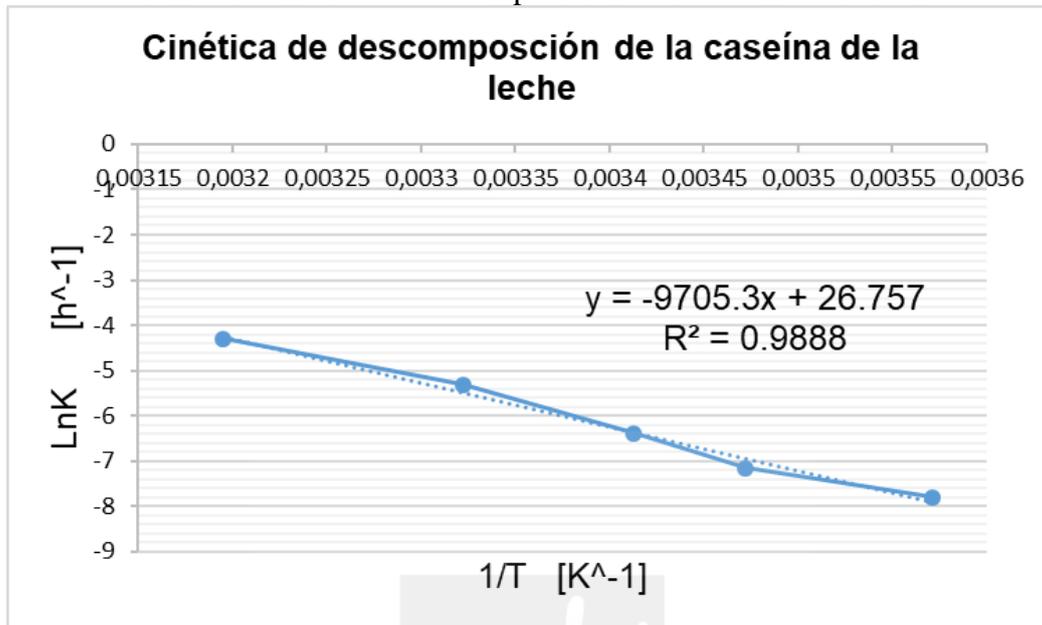
Ecuación 1. Ecuación de Arrhenius.

$$k = A \cdot e^{[-Ea/(R \cdot T)]} \rightarrow \text{Ln}k = \text{Ln}A - (Ea/R) \cdot (1/T)$$

$$y = \text{Ln}A - (Ea/R) \cdot x$$

2. El estudiantado construirá una recta con los valores de k y T presentes en la Tabla 2. De la recta se obtendrán los valores de LnA y del cociente Ea/R, y sustituyendo posteriormente en la Ecuación de Arrhenius a la temperatura ambiente (25 °C = 298 K), calcularán el valor de la constante de velocidad de descomposición de la caseína a dicha temperatura.

Gráfico 1. Cinética de descomposición de la caseína de la leche.



$$k = A \cdot e^{[-Ea/(R \cdot T)]} = e^{26.757} \cdot e^{[-9705.3/298]} = \mathbf{0.00299 \text{ h}^{-1}}$$

3. A partir de la ecuación de velocidad de una cinética de primer orden, dónde C es concentración, t es tiempo y x es la concentración que ha reaccionado en un tiempo t, el estudiantado integrará hasta obtener la fórmula con la que poder calcular el tiempo de vida útil de la leche pasteurizada.

$$v = -dC / dt = k \cdot C$$

Ecuación 2. Velocidad de una cinética de primer orden.

$$-dC / dt = k \cdot C \quad ; \quad \int -dC / C = \int k \cdot dt \quad ; \quad -[\text{Ln}(1/C_f) - \text{Ln}(1/C_o)] = k \cdot (t_f - t_o) \quad ;$$

$$\text{Ln}(1/C_o) - \text{Ln}(1/C_f) = k \cdot (t_f - t_o) \quad ; \quad \text{Ln}[(1/C_f) / (1/C_o)] = k \cdot t_f \quad ;$$

$$\text{Ln}(C_o/C_f) = k \cdot t_f \quad ; \quad \text{Ln}[C_o / (C_o - x)] = k \cdot t_f \quad ; \quad t_f = \text{Ln}[C_o / (C_o - x)] / k$$

Puesto que el tiempo de vida útil es aquel que tiene que transcurrir hasta que se descompone el 10% del principio activo:

$$t_f = \text{Ln}[C_o / (C_o - x)] / k = \text{Ln}[100 / (100 - 10)] / 0.00299 = \mathbf{35.23 \text{ h}}$$

El proyecto sobre la leche pasteurizada que proponen Obaya et al. (2018) presenta un nivel de dificultad que, aunque a priori parece demasiado elevado, es acorde para con el último curso del bachillerato científico.

En segundo lugar, Stringer *et al.* (2019) diseñan una serie de actividades para trabajar la química orgánica con el estudiantado, a través de las cuales, se consigue que el alumnado adquiera una visión más amplia sobre las moléculas orgánicas de estructura compleja, como es el caso de carbohidratos, lípidos y proteínas. En la Tabla 3 queda recogida una breve descripción de dichas actividades.

Tabla 3. Actividades sobre biomoléculas orgánicas propuestas por Stringer *et al.* (2019).

Biomolécula	Objetivos de aprendizaje	Parte experimental
Carbohidratos	Tomando como ejemplo el azúcar, el estudiantado trabajará el bloque de carbohidratos e indagará sobre su estructura química y cómo ésta le otorga una función específica dentro del propio alimento (función energética).	1º) Realización de un análisis sensorial dónde el alumnado experimentará cómo diferentes tipos de edulcorantes afectan al dulzor y al sabor de los dulces. 2º) Aislamiento, mediante previa disolución y posterior cristalización, de las moléculas de azúcar presentes en distintos trozos de dulces.
Lípidos	Aprendizaje por parte del estudiantado de términos relacionados con los lípidos, así como de las principales diferencias entre grasas sólidas y líquidas.	1º) Fabricación de emulsiones mezclando grasa y agua. 2º) Análisis sensoriales de diferentes grasas sobre galletas de mantequilla horneadas.
Proteínas	El estudiantado conocerá las proteínas presentes en los alimentos, así como el efecto que tiene la sal sobre las mismas, la cual, rompe sus puentes salinos y desnaturaliza las proteínas.	1º) Pruebas químicas colorimétricas para detectar proteínas en distintos alimentos. 2º) Experimento de cocina para observar cómo cambia la textura de la carne, haciéndola más blanda, después de un periodo de tiempo en exposición a la sal.

En su artículo, Stringer *et al.* (2019), seguidamente a la realización de las actividades experimentales, proponen al alumnado una serie de preguntas sobre cada bloque de biomoléculas, de tal modo que el estudiantado debe investigar en una posterior parte teórica donde continúan con el hilo conductor de este proyecto para profundizar mucho más en cada tipo de molécula.

En tercer lugar, Cheng *et al.* (2020) proponen experimentos de cocina para trabajar distintas unidades didácticas de la materia de química, entre ellas, la termoquímica y los equilibrios ácido-base. En cuanto a la unidad de termoquímica, para

que el estudiantado logre una mayor comprensión de los conceptos de capacidad calorífica y transferencia de calor, se les proporcionaron cuatro patatas, de modo que calentaron durante 5 minutos cada una de ellas utilizando un método de cocción diferente (horno, al vapor, en una olla con agua hirviendo y en un asador), para posteriormente medir la temperatura interna de las patatas y comprobar que eran distintas. Después, continuaron cocinando cada patata en su respectivo método, hasta que al final pudieron apreciar que no únicamente la temperatura era lo que las diferenciaba, sino también la textura y el sabor de las mismas. Por otra parte, en la unidad didáctica de ácidos y bases, los autores proponen que el estudiantado mida, utilizando un pHmetro, el pH del vinagre, que al ser un ácido estará por debajo de 7 (específicamente entre 2 y 4), y el pH de una disolución de bicarbonato de sodio que es ligeramente básica, estando por encima de 7 (concretamente a un pH de 8). Seguidamente, el alumnado calcinará el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en un horno a $120\text{ }^\circ\text{C}$ durante 45 minutos, proceso en el que se convierte en carbonato de sodio (Na_2CO_3), compuesto que es más básico, lo cual descubrirán posteriormente cuando lo disuelvan en agua y midan su pH, parámetro que habrá aumentado significativamente tras este tratamiento térmico. Ambos experimentos son una buena propuesta para introducir el temario de termoquímica y ácido-base, de modo que el estudiantado pueda entrar en contacto con la nueva terminología de forma mucho más experimental y visual, siendo necesario continuar relacionándolo y completándolo con preguntas planteadas para que resuelvan nuevos problemas que precisen del contenido de estas unidades didácticas para ser resueltos.

En cuarto lugar, proseguimos con Lampert et al. (2020), quiénes aúnan contenidos de las asignaturas de química, física y biología en un proyecto interdisciplinar que relaciona estas materias científicas con problemas sociales tales como la potabilidad del agua y las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA). El grueso del proyecto que proponen estos autores se divide en dos partes. La primera parte consiste en la búsqueda de información por parte del estudiantado sobre posibles contaminantes químicos (fertilizantes, pesticidas, fármacos, petróleo, ...) y patógenos (bacterias, virus, protozoos, ...) en el agua, los diferentes tipos de ETA que éstos pueden ocasionar y la realización de un debate acerca del acceso al agua potable, sus repercusiones sanitarias y el planteamiento de posibles soluciones y medios de actuación. En la segunda parte, a través de salidas de campo, el estudiantado tomará muestras de agua de distintas fuentes cercanas a su entorno: pozos, ríos, mares, lagos, etc. que posteriormente analizarán en los laboratorios del instituto, midiendo la dureza y el pH, analizando el color, la turbidez y el olor y determinando la presencia de sustancias inorgánicas como el amoníaco, los fluoruros y los metales pesados, para finalmente, comparar los resultados obtenidos con los parámetros de calidad del agua potable establecidos en el código legal alimentario del país, y así ser capaces de determinar si el agua es o no es potable. Los métodos y materiales a utilizar para el análisis de los distintos compuestos y propiedades físico-químicas del agua no se contemplan descritos en el artículo bibliográfico, por lo que a la hora de aplicar este proyecto en las aulas sería trabajo por parte del cuerpo docente el de seleccionar aquellos procedimientos más adecuados para llevar a cabo dicho análisis.

En quinto lugar, exponemos a Mojica & Upmacis (2021), autores que proponen una serie de experimentos caseros, inicialmente diseñados para ser llevados a cabo en la cocina de casa durante la pandemia COVID-19 por el estudiantado de primer curso de grado universitario, pero que también son una muy buena manera de explicar y trabajar,

a modo de proyectos, varias competencias de la asignatura de física y química en los institutos de educación secundaria. Dichas experiencias quedan descritas a continuación dentro de la Tabla 4.

Tabla 4. Experiencias de Mojica & Upmacis (2021).

Número de Experiencia	Contenidos a trabajar	Descripción de las experiencias
Número 1: Volumen de un huevo.	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones físicas. • Conversión de unidades. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con un vaso del cual conocemos su volumen ir llenando de agua un recipiente, midiendo con una regla el nivel vertical cada vez que echamos agua en él. 2. Meter un huevo en la olla y medir el nivel vertical de agua desplazada. 3. Calcular el volumen del huevo. Para ello es necesario convertir el nivel vertical en unidades de volumen, conociendo previamente el volumen del vaso con el que se ha ido llenando el recipiente.
Número 2: Huevo en agua salada.	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad. • Molaridad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observar dónde descansa la parte inferior del huevo dentro del recipiente lleno de agua de la primera experiencia. 2. Agregar unas cucharadas de sal de mesa y observar lo que ocurre con la posición de la parte inferior del huevo. Describir lo que está ocurriendo y razonar por qué ocurre. 3. Conociendo los gramos de sal que contiene una cucharada, calcular la molaridad de la disolución después de añadir cada una de las cucharadas hasta que el huevo comienza a flotar.
Número 3: Refresco de cola y leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Reacciones químicas. • Clasificación de la materia: mezclas heterogéneas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar una taza con refresco de cola. 2. Llenar una taza con leche. 3. Mezclar el contenido de las dos tazas y observar cómo transcurre

	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de separación de mezclas: filtración. 	<p>la reacción a lo largo de 24 horas. Explicar y describir la reacción.</p> <p>4. En la mezcla heterogénea final, separar el precipitado (producto de la reacción) del líquido utilizando un colador forrado con papel de cocina.</p>
--	---	--

Mojica & Upmacis (2021) describen cada una de las experiencias de manera muy detallada, lo cual, ayuda muchísimo al alumnado a la hora de la realización de las mismas, no obstante, para aplicarlo a la metodología ABP que se está investigando en este trabajo de fin de máster, sería interesante el planteamiento de los experimentos como retos con títulos que planteen una cuestión a la que dar solución y no tanto como un guion de laboratorio.

En sexto lugar, Rahmawati et al. (2022) dan un enfoque diferente a los anteriores autores, centrándose más en los dilemas éticos para lograr el interés por la sostenibilidad y la protección del medio ambiente junto al desarrollo del pensamiento crítico en los jóvenes. De entre los diferentes dilemas que proponen, el que tiene que ver con los alimentos es aquel que cuestiona al alumnado si es adecuado o no reutilizar el aceite para freír. Para ello, Rahmawati et al. (2022) describen al estudiantado el siguiente dilema: “los padres de un joven son propietarios de un negocio dónde se fabrican snacks hechos a base de freír bananas (chips de banana crujiente), de tal manera que, reutilizan el aceite ya usado para freír nuevas tandas de fruta”. A partir de esta situación inicial, el alumnado deberá reflexionar e investigar sobre distintas cuestiones llegando a conclusiones que les permitan posicionarse en este dilema, así como dar solución al mismo. Estas cuestiones y conclusiones quedan recogidas en la Tabla 5. El enfoque principal de este dilema con respecto al temario de la asignatura de química es el de las reacciones químicas y más concretamente el de las reacciones de oxidación-reducción.

Tabla 5. Cuestiones y conclusiones frente al dilema del negocio de snacks de banana frita propuesto por Rahmawati et al. (2022).

Cuestiones	Conclusiones
¿Qué tipo de reacciones se producen durante la fritura de la fruta?	Se producen reacciones de oxidación-reducción en presencia de oxígeno (O ₂), el cual actúa como oxidante y se reduce, por ejemplo, cambiando de estado de oxidación de 0 a -1 cuando se forman peróxidos y a -2 cuando se forman aldehídos.
¿Cuál es la peligrosidad que supone reutilizar el aceite?	Durante el primer uso del aceite en la fritura se generan productos nocivos que permanecen en el aceite durante sus siguientes usos y que pueden ocasionar riesgos de padecer futuras enfermedades.

¿Cuál es la acción más responsable por parte de los propietarios del negocio?	Es mucho más recomendable no reutilizar el aceite, sino usar aceite fresco.
En cuanto a la economía ¿Cómo pueden conseguir los empresarios mantener el mismo nivel de beneficios?	Aumentar el precio de la bolsa de snack o disminuir la cantidad de banana frita presente en cada bolsa.

En séptimo lugar, continuamos con Schneider et al. (2022), quienes proponen varias preguntas para aplicar el ABP a distintas unidades didácticas (cambios de estado, conservación de la materia, fuerzas y movimientos, etc.), de entre las cuáles, es la unidad de la tabla periódica la que se plantea con una pregunta relacionada con los alimentos: “¿Por qué es seguro comer sal de mesa si las sustancias que la forman son explosivas o tóxicas cuando se separan?”. A partir de esta cuestión conductora se espera que el alumnado utilice la tabla periódica para predecir las propiedades de los elementos en función del número de electrones de valencia, el cual, obtendrán mediante la realización de las configuraciones electrónicas pertinentes, que expliquen el funcionamiento de las reacciones químicas a través del intercambio de electrones y que conozcan y aprendan las tendencias de las distintas propiedades periódicas. Finalmente, ellos mismos podrán concluir y describir fenómenos tales como el hecho de que el sodio (Na) y el potasio (K) por separado reaccionan exotérmicamente de manera explosiva con el agua liberando gas hidrógeno (H₂), que las disoluciones de cloruro sódico (NaCl) y yoduro potásico (KI) reaccionan entre ellas formando yodo (I₂) y cloruro potásico (KCl) y que una disolución de Bromo (Br₂) reacciona con una disolución de yoduro potásico (KI) dando lugar a yodo (I₂) y bromuro de potasio (KBr). Complementariamente a la propuesta de estos autores y teniendo en cuenta que se está haciendo estudio de la tabla periódica, podría aprovecharse este proyecto para continuar haciendo énfasis en las propiedades de los elementos que conforman dicha tabla, cómo pueden ser la conductividad eléctrica, la solubilidad o la dureza, entre otras.

En octavo y último lugar, Kemp et al. (2024) elaboran un programa educativo, el cual lleva por nombre “El medio ambiente, la salud y usted”, con el que el estudiantado indagará sobre el impacto que tienen los alimentos en la salud y la fisiología humana. Estos autores dividieron su programa en 4 módulos diferentes: Módulo 1 - Fisiología y anatomía humana; Módulo 2 - Genética y biología molecular; Módulo 3 - Bioquímica e impacto de los metales pesados en el organismo; Módulo 4 - Nutrición y alimentación saludables. A pesar de que es el Módulo 3 el que está más directamente relacionado con la asignatura de química, la incorporación de éste dentro de un programa donde forma parte de los distintos componentes que afectan a la salud humana permite que el alumnado trabaje los conceptos de bioquímica de una forma más transversal, pudiendo relacionarlos no de forma aislada, sino en conjunto junto a la biología y la medicina. Las diferentes etapas y actividades que realizó el estudiantado fueron las que se exponen a continuación:

1°. Visualización de vídeos de la plataforma YouTube, realización de actividades interactivas y juegos online sobre el cuerpo humano tales como el metabolismo, la nutrición y las vitaminas.

2°. Uso de la cocina de casa a modo de laboratorio, lectura de las etiquetas de la composición química de distintos alimentos de la despensa y uso de un kit que se les envió por correo, el cual contenía una libra de azúcar (453,592 gramos) y una actividad de laboratorio dónde se les pidió convertir los gramos en equivalentes de cucharadas (dividiendo los gramos totales entre el número de cucharadas) y calcular las kilocalorías consumidas si comieran una libra de azúcar todos los días durante una semana (sabiendo que 1 g de azúcar son 4 Kcal, las cuales multiplicarán por la cantidad total de gramos supuestamente ingeridos).

3°. Búsqueda bibliográfica por grupos de 4 o 5 alumnos sobre un tema de su elección relacionado con la salud ambiental, la nutrición o el acceso a los alimentos, así como una posterior presentación tipo PowerPoint o similar.

Tras ser descritos los anteriores artículos, en la Tabla 6 se muestra un pequeño resumen que los engloba de forma más esquemática y visual.

Tabla 6. Cuadro resumen de la revisión bibliográfica.

Autores y año	Unidades Didácticas	Proyecto
Obaya et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Cinética química. 	Determinar el tiempo de descomposición de la leche pasteurizada a temperatura ambiente. Desarrollo matemático a partir de las ecuaciones de una cinética de primer orden.
Stringer et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Química orgánica. 	Profundizar sobre la estructura química de carbohidratos, lípidos y proteínas a través de ensayos de cocina y análisis sensoriales. Cristalización de moléculas de azúcar, síntesis de emulsiones con grasa y pruebas colorimétricas para determinar la presencia de proteínas.
Cheng et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Termoquímica. • Equilibrios ácido-base. 	Experimentar a nivel macroscópico el concepto de capacidad calorífica y razonar sobre los cambios de pH. Uso de distintos métodos de cocción en el cocinado de patatas. Mediciones de pH de disoluciones de vinagre, bicarbonato sódico y carbonato sódico, siendo este último obtenido a partir de la calcinación del segundo.

Lampert et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físico-químicas de la materia. • Contaminación química. 	Relacionar el conocimiento científico con los problemas de potabilidad del agua y enfermedades de transmisión alimentaria. Búsqueda de información sobre la contaminación del agua y toma de muestras de campo (mar, río, lago...) para la posterior medición de sus propiedades físico-químicas y componentes.
Mojica & Upmacis (2021)	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades. • Concentración. • Reacciones. • métodos de separación de mezclas. 	Utilizar experimentos caseros con huevos, agua, sal, leche y refresco de cola para reforzar los conocimientos sobre las unidades didácticas indicadas.
Rahmawati et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Reacciones de reducción y oxidación. 	Reflexionar, a raíz del dilema de la adecuada o no reutilización del aceite ya usado en un negocio de chips de banana crujiente, sobre los productos de reacción que se generan en la fritura y sus consecuencias para la salud.
Schneider et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla periódica y propiedades periódicas de los elementos. 	Introducir la unidad didáctica de la tabla periódica a partir de la controversia del hecho de que los componentes de la sal de mesa sean sustancias explosivas por separado, para que el estudiantado realice razonamientos a través de las configuraciones electrónicas de los elementos.
Kemp et al. (2024)	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica y metabolismo. 	Aplicar un programa donde los estudiantes relacionan bioquímica con medicina. Visualización de vídeos. Juegos interactivos. Cálculo de kilocalorías. Investigación sobre nutrición y acceso a los alimentos.

Finalizado el apartado de revisión bibliográfica, a continuación, se procede con una propuesta práctica, la cual continuará con la misma temática, donde se presentará el diseño de un proyecto en el que se emplean los alimentos para lograr el aprendizaje de conceptos químicos que se encuentran dentro del currículo de la educación secundaria, y más concretamente en la asignatura de física y química del tercer curso de dicha etapa.

4. Propuesta

La propuesta pedagógica que se expone en este trabajo se ha diseñado aplicando el esquema de la metodología general expuesto en la Tabla 7.

Tabla 7. Esquema metodológico de la propuesta.

1º) Pregunta que plantea un reto al que dar solución.	2º) Búsqueda de información, relacionándola con el bloque de conocimiento correspondiente.	3º) Práctica experimental.	4º) Resolución de cuestiones de reflexión y ampliación.	5º) Evaluación.
---	--	----------------------------	---	-----------------

Esta propuesta ha sido dividida en cuatro bloques temáticos, característicos del currículo de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (3º ESO), que serán abordados mediante el uso de determinados alimentos, conforme queda reflejado en la Tabla 8.

Tabla 8. Bloques de la propuesta.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
Elementos de la tabla periódica.	Masas atómicas y concepto de mol.	Estados de la materia.	Reacciones químicas.
Etiquetas con la composición de los alimentos.	Uso de legumbres, frutos secos y pasta.	Elaboración de cuajada.	Preparación de un bizcocho.

En las tablas que se muestran a continuación se explica más detalladamente el desarrollo de cada bloque.

Tabla 9. Desarrollo del Bloque I.

BLOQUE I. Elementos de la tabla periódica.	
Objetivo	Conseguir que el estudiantado conozca los distintos elementos químicos presentes en la naturaleza, sus símbolos y sus propiedades, así como, dónde pueden encontrarlos.
Reto	Para cada elemento de la tabla periódica ¿Podrías encontrar un alimento que lo contenga?
Búsqueda	A partir de las etiquetas de los alimentos que el alumnado encuentre en la despensa de su casa y a través del uso de las TIC y los libros de texto, el estudiantado debe identificar distintos alimentos, cada uno de ellos, para un elemento de la tabla periódica.

Práctica	Desarrollo de un mural de una tabla periódica, donde cada elemento se encuentre junto a su alimento correspondiente, ya sea mediante dibujos, fotos, manualidades, envases alimentarios o los propios alimentos en sí.
Cuestiones	<p>Este primer bloque finaliza con las siguientes cuestiones de ampliación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuántos grupos y periodos tiene la tabla periódica? • ¿Cuál es el nombre característico de los distintos grupos y qué propiedades poseen los elementos que conforman cada uno de dichos grupos? • Ordena los elementos de los metales alcalinos y alcalinotérreos por orden creciente de tamaño. • Define los conceptos de energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad. • ¿Cuál es el elemento más electronegativo de la tabla periódica? • ¿Qué elementos de la tabla periódica son capaces de formar iones negativos (aniones) y por qué? • ¿Qué elementos de la tabla periódica son capaces de formar iones positivos (cationes) y por qué? • Investiga sobre las causas y consecuencias de la presencia de metales pesados en pescados y escribe una breve reflexión sobre ello.

Tabla 10. Desarrollo del Bloque II.

BLOQUE II. Masas atómicas y concepto de mol.	
Objetivo	Entender las diferencias entre mol y masa, conocer que el peso de un mol de un determinado elemento es el equivalente en gramos a su masa atómica y que el número de moles es directamente proporcional al número de partículas (1 mol = Número de Avogadro de partículas = $6.022 \cdot 10^{23}$ partículas).
Reto	¿Qué crees que es un mol y cuántas partículas contiene en su interior?
Búsqueda	Mediante el uso de distintas fuentes bibliográficas, el estudiantado buscará información sobre el científico Amedeo Avogadro, la cual redactará en unas 1000 palabras aproximadamente, incluyendo los aspectos más relevantes de este científico.
Práctica	Lentejas, macarrones y cacahuets representarán átomos de distintos elementos A, B y C, respectivamente. Además, para esta determinada práctica se tomará como número de Avogadro 20 unidades del alimento. Con la ayuda de una balanza, el estudiantado pensará y resolverá los siguientes desafíos:

	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto pesa una partícula de cada uno de los alimentos A, B y C? ¿Y un mol de cada uno de ellos? • Medir en la balanza la masa de un puñado de lentejas. Calcula el número de lentejas sin contarlos. Después comprueba experimentalmente si has acertado. Repite el mismo procedimiento con los macarrones y los cacahuetes. • Razona el número de unidades de A, B y C que debes juntar para formar 1 mol de la molécula A_2BC_4. Calcula numéricamente su masa y después comprueba el resultado utilizando la balanza.
Cuestiones	<p>Tras realizar la parte práctica, el estudiantado se enfrentará a las cuestiones de reflexión que se exponen a continuación, las cuáles deben razonar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Un mol de Calcio pesa lo mismo que un mol de Fósforo? • ¿Tres gramos de Potasio pesan lo mismo que tres gramos de Magnesio? • ¿Las partículas presentes en dos moles de Sodio son las mismas que las que contienen dos moles de Hierro? • ¿Las partículas que hay en cien gramos de Litio son las mismas que las contenidas en cien gramos de Bromo? • Calcula el peso y el número de partículas contenidas en 25 moles de bicarbonato sódico ($NaHCO_3$).

Tabla 11. Desarrollo del Bloque III.

BLOQUE III. Estados de la materia.	
Objetivo	Conocer las características de los diferentes estados de la materia (sólido, líquido y gas), ampliando sus conocimientos hacia los sistemas dispersos que constan de dos fases, una continua y otra dispersa, como son las emulsiones, aerosoles, geles y espumas.
Reto	¿A qué estado de la materia pertenece la cuajada?
Búsqueda	Asociar a cada uno de los estados de la materia y de los sistemas dispersos un alimento concreto que cumpla dicha condición, elaborando un cuadro con los distintos ejemplos y características, y además, especificar en cuál de dichos sistemas se encuentra clasificada la cuajada. (La cuajada es una suspensión con una fase continua líquida formada por el suero de la leche y una fase dispersa sólida conformada por las proteínas y grasas de la leche).
Práctica	<p>La práctica consiste en preparar cuajada, atendiendo a la receta que se muestra a continuación.</p> <p><u>Ingredientes:</u> 600 ml de leche fresca pasteurizada de oveja y 12 gotas de cuajo líquido.</p>

	<u>Preparación:</u> 1º) Colocar 4 cuencos y depositar 3 gotas de cuajo en cada uno de ellos. 2º) Calentar la leche a fuego lento en una cazuela, midiendo con el termómetro para no sobrepasar los 38°C en el caso de que el cuajo se haya comprado en farmacia o los 50°C si se trata de cuajo de repostería. 3º) Tras alcanzar la temperatura del segundo paso, verter en cada cuenco 150 ml de leche caliente, y dejarla reposar 10 minutos sin remover. 4º) Guardar las cuajadas en la nevera.
Cuestiones	Las cuestiones de seguimiento a la preparación de la cuajada son: <ul style="list-style-type: none"> • Describe los estados físicos y los cambios de estado que has ido observando durante la preparación de la cuajada. • Piensa que eres la única persona que va a merendar cuajada hoy. Cambia la receta para conseguir la preparación en un único cuenco. ¿Qué volumen de leche se necesita por cada gota de cuajo? • ¿Qué es el plasma? Investiga sobre ello.

Tabla 12. Desarrollo del Bloque IV.

BLOQUE IV. Reacciones químicas.	
Objetivo	Adoptar una visión más amplia de las reacciones químicas, conociendo reacciones presentes en aspectos de la vida cotidiana y visualizando las reacciones a nivel macroscópico para conseguir una mayor comprensión de las mismas.
Reto	¿Cuál es la causa química del aumento de volumen de la masa de bizcocho cuando éste se hornea?
Búsqueda	El alumnado realizará de forma individual un informe previo a la práctica dónde explique detalladamente el motivo científico responsable del cambio de volumen que permite que suba el bizcocho. (La reacción química que tiene lugar, en presencia de agua y calor, entre el bicarbonato sódico y el ácido tartárico contenidos en la levadura química, da como productos de reacción sal sódica y dióxido de carbono gaseoso, siendo éste último el responsable del aumento de volumen).
Práctica	<u>Ingredientes:</u> Un sobre de levadura química, un limón, una cucharada de azúcar glas, harina y mantequilla para untar el molde, 3 huevos y un yogur. Además, se toma el envase del yogur como unidad de medida, siendo necesarias una medida de yogur en aceite de oliva, 2 medidas de yogur en azúcar y 3 medidas de yogur en harina. <u>Preparación:</u> 1º) Cascar en un bol los huevos, añadir el azúcar y batir con una cuchara.

	<p>2º) Continuar vertiendo y mezclando el yogur y el aceite.</p> <p>3ª) Rallar la piel del limón y espolvorear sobre la mezcla.</p> <p>4º) Tamizar la harina, escogiendo aquella que consigue atravesar el colador. Verter la harina seleccionada a la mezcla junto con el contenido del sobre de levadura y seguir batiendo hasta que la masa sea homogénea y no haya grumos.</p> <p>5º) Untar con harina y mantequilla un molde apto para horno y seguidamente trasvasar sobre el molde la masa del bizcocho.</p> <p>6º) Precalentar el horno a 180°C y posteriormente hornear durante 40 minutos a dicha temperatura.</p> <p>7º) Sacar el bizcocho del horno, esperar a que se temple y pasar un cuchillo por los bordes para desmoldarlo con facilidad.</p> <p>8º) Espolvorear azúcar glas por encima.</p>
Cuestiones	<p>Para ampliar y profundizar en la temática de reacciones químicas se propone al estudiantado realizar las siguientes cuestiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enumera, al menos, cinco tipos distintos de reacciones, explicando cada una de ellas y poniendo algún ejemplo. • Define la ley de Lavoisier sobre la conservación de la masa en una reacción. • Explica la teoría de colisiones mediante un dibujo. ¿Qué ocurre cuando aumentamos la temperatura? • Realiza el ajuste estequiométrico de la reacción de combustión de la glucosa.

En lo referente a la evaluación de los distintos bloques, ésta puede ser llevada a cabo por el docente de la forma que considere más pertinente, no obstante, en la Tabla 13 se muestra una rúbrica que puede servir como guía para realizar la evaluación de este proyecto. En la rúbrica hay cuatro niveles de participación y comprensión de los contenidos, los cuáles se encuentran expuestos de menor a mayor de acuerdo al siguiente orden: Ausente, Aprendiz, Habilidadoso y Experto.

Tabla 13. Rúbrica de evaluación del proyecto.

Criterio de Evaluación	Ausente	Aprendiz	Habilidadoso	Experto
Reto	No ha encontrado respuesta a ninguno de los retos.	Ha encontrado una explicación coherente, al menos, a uno de los retos planteados.	Ha encontrado respuestas acertadas a un mínimo de la mitad de los retos propuestos.	Ha encontrado una respuesta coherente, correcta y detallada a cada uno de los retos planteados.

Búsqueda	No ha realizado el trabajo de investigación en ninguno de los bloques.	Realiza parte del proceso de investigación en alguno de los bloques.	Ha hecho las tareas de investigación como mínimo en la mitad de los bloques.	Ha realizado correctamente todas las tareas de investigación propuestas.
Práctica	No ha participado en la parte práctica de ninguno de los bloques del proyecto.	Ha conseguido llevar a cabo la parte práctica de uno de los bloques.	Al menos ha superado la parte práctica de dos de los bloques del proyecto.	La parte práctica de todos los bloques del proyecto ha sido realizada con éxito.
Cuestiones	No resuelve ninguna cuestión en el cuaderno.	Solo algunas de las cuestiones están completadas.	Realiza la mayoría de las cuestiones y/o no todas ellas están corregidas.	Realiza todas las cuestiones en el cuaderno de manera ordenada y las corrige.
Trabajo colaborativo	No se comunica con sus compañeros ni colabora con ellos.	Comparte pocas ideas con sus compañeros y/o colabora escasamente en el proyecto.	Ha participado y colaborado junto a sus compañeros en la mayor parte del proyecto, aunque no en su totalidad.	Participa y colabora con sus compañeros durante toda la sesión, formando parte activa del grupo de clase.
Actitud	Nunca es respetuoso y nunca cumple las normas de la clase.	No siempre es respetuoso y/o no siempre cumple las normas.	Es respetuoso, pero en ocasiones se ha saltado las normas.	Es respetuoso y cumple todas las normas de la clase.

5. Conclusiones

Con la finalidad de solventar, complementar y mejorar determinados aspectos no demasiado favorables de la enseñanza tradicional surgen nuevos modelos de aprendizaje entre los que destaca el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), cuya aplicación es cada vez más frecuente en las escuelas. La educación trabajada a través de proyectos genera nuevos retos tanto para cuerpo docente como estudiantado, ya que necesita de una mayor implicación, trabajo y recursos, no obstante, los efectos que esta metodología desencadena en el estudiantado son muy positivos y beneficiosos. En la asignatura de química, la implementación del ABP junto con las TIC promueve la adquisición de competencias STEAM en el alumnado, de tal manera que permite al estudiantado desarrollar el rol de investigadores, aumenta su motivación intrínseca por la química y la vocación hacia las profesiones científicas.

Son varios los autores que abordan el uso de la alimentación y la cocina cómo temática principal de los proyectos que proponen en sus artículos, para así incrementar la comprensión de conocimientos químicos en el estudiantado. Estos autores utilizan desde experimentos caseros con huevos, recetas de cocina y análisis sensoriales, pasando por dilemas sobre el uso del aceite usado y el planteamiento de problemas sociales y sanitarios como potabilidad del agua y las enfermedades de transmisión alimentaria, hasta la química del metabolismo y la nutrición, reflexiones sobre reacciones explosivas entre elementos químicos que ingerimos y el gran reto de determinar con ayuda de las matemáticas el tiempo que tarda en caducar la leche pasteurizada.

Este trabajo de fin de máster ha dado como resultado un proyecto en cuatro bloques que permite trabajar contenido, competencias y saberes que los estudiantes de educación secundaria deben aprender y conocer, siendo preferentemente aplicado en el tercer curso de esta etapa educativa, pero pudiendo utilizarse en cualquiera de los otros cursos, ya que son contenidos clave de la materia de química que los estudiantes deben tener interiorizados al finalizar la secundaria. La temática alimentaria y la preparación de recetas de cocina es un complemento que aumenta el interés, la curiosidad y la motivación del alumnado a la hora de adentrarse en el estudio de la química. Los cuatro retos planteados en la propuesta pedagógica presentan para ellos desafíos, la búsqueda e investigación de información previa a la parte práctica amplía sus conocimientos y las cuestiones de seguimiento les permiten afianzar los contenidos y conjugar práctica y temario, siendo todo trabajado conjuntamente. Asimismo, el trabajo colaborativo y la participación activa refuerzan las competencias ciudadana, personal, social y de aprender a aprender. La evaluación de este proyecto no incluye ponderaciones numéricas y la calificación pasa a un segundo plano, pues lo realmente importante es evaluar que sí que han comprendido los contenidos.

Escapando de la idoneidad de la propuesta, pueden surgir dificultades y limitaciones a la hora de llevar a cabo este proyecto en las aulas. El comportamiento del grupo de aula no siempre es el adecuado y en caso extremo podría dificultar mucho la realización del proyecto. También influye el presupuesto del departamento de física y química, que determinará los materiales y recursos con los que trabajará el estudiantado. Se ha de tener en cuenta que la falta de compromiso y responsabilidad, ya sea por una elevada carga de trabajo docente o por la necesaria autonomía del estudiantado durante la investigación, afectará significativamente a los resultados del aprendizaje. Además, es



necesario incorporar este proyecto dentro de la programación didáctica de un determinado curso.

En futuros trabajos de investigación sería interesante profundizar sobre las limitaciones y dificultades anteriormente mencionadas, así como, realizar trabajos de investigación experimentales dónde se apliquen esta y otras propuestas prácticas relacionadas con la misma temática en los institutos de educación secundaria.



6. Referencias

- Cheng, S. C., Ziffle, V. E., & King, R. C. (2020). Innovative food laboratory for a chemistry of food and cooking course. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 659-667. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00465>
- Couso, D. (2020). Enseñando ciencia con ciencia. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Ferreira, D. M., Sentanin, F. C., Parra, K. N., Negrao Bonini, V. M., de Castro, M., & Kasseboehmer, A. C. (2021). Implementation of inquiry-based science in the classroom and its repercussion on the motivation to learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 578-591. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00287>
- Kemp, K., Lewis, B., Naik, A. R., & Uhley, V. E. (2024). Utilizing a medical school outreach program to help high school students explore the impact of food security and ultraprocessed foods on health risks. *Advances in Physiology Education*, 48(2), 421-426. <https://doi.org/10.1152/advan.00115.2023>
- Lampert, D. A., Salicas, M., & Porro, S. (2020). La Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en el tratamiento de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en las asignaturas de “Salud y Adolescencia”, “Fundamentos de Química” y “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”. *Indagatio Didactica*, 12(4), 405-502. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21826>
- Mojica, E. R. E., & Upmacis, R. K. (2021). Challenges encountered and students' reactions to practices utilized in a general chemistry laboratory course during the COVID-19 pandemic. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 1053-1059. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00838>
- Obaya, A., Vargas-Rodríguez, G. I., Lima-Vargas, A. E., & Vargas-Rodríguez, Y. M. (2018). Aprendizaje basado en problemas: ¿en qué tiempo se descompone la leche pasteurizada a temperatura ambiente? *Educación química*, 29(1), 99-109. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63701>
- Quintanal Pérez, F. (2023). Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso. *Revista Eureka*, 20(2), 2201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

- Rahmawati, Y., Taylor, E., Taylor, P. C., Ridwan, A., & Mardiah, A. (2022). Students' engagement in education as sustainability: implementing an ethical dilemma-STEAM teaching model in chemistry learning. *Sustainability*, *14*(6), 3554. <https://doi.org/10.3390/su14063554>
- Schneider, B., Krajcik, J., Lavonen, J., Salmela-Aro, K., Klager, C., Bradford, L., Chen, I., Baker, Q., Touitou, I., Peek-Brown, D., Dezendorf, R., Maestrales, S., & Bartz, K. (2022). Improving science achievement—Is it possible? Evaluating the efficacy of a high school chemistry and physics project-based learning intervention. *Educational Researcher*, *51*(2), 109-121. <https://doi.org/10.3102/0013189X211067742>
- Simó, Á., Ferreira, S., & Ortuño, P. (2016). Workshops interdisciplinares: implementación de metodologías de aprendizaje basado en proyectos y cooperativo. *Opción*, *32*(10), 752-772. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048901042>
- Stringer, E. I., Hendrix, J. D., Swortzel, K. A., Williams, J. B., & Schilling, M. W. (2019). Evaluating the effectiveness of integrating food science lessons in high school biology curriculum in comparison to high school chemistry curriculum. *Journal of Food Science Education*, *18*(1), 21-28. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4329.12153>
- Trujillo, F. (2014). *Aprendizaje basado en proyectos: infantil, primaria y secundaria*: (ed.). Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. <https://elibro-net.publicaciones.umh.es/es/lc/bibliotecaumh/titulos/114145>
- Wan Yusof, W. R., Kimi, M., Wan Zullkiplee, W. S. H., Zailani, M. A., Shahabudin, M., Ismail, A. A. H., ... & Raja Gopal, D. J. (2021). Assessment of practical and scientific writing skills for pre-university students through project-based learning. *Journal of Chemical Education*, *99*(2), 715-722. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00843>
- Yang, H., Zhang, Q., & Shen, M. (2024). The Practice and Research of Junior High School Information Technology Project-Based Learning Based on STEM Education Concept. *International Journal of Technology in Education and Science*, *8*(1), 63–74. <https://doi.org/10.46328/ijtes.537>