



Universidad de Valladolid

ESTUDIO DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS EN 2º DE BACHILLERATO A TRAVÉS DE UN APRENDIZAJE VIVENCIAL

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

Especialidad: Física y Química

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO 2021/2022

AUTORA: CRISTINA BARRIOS ALFONSO

TUTORA: ANA MARÍA VELASCO SANZ

JULIO 2022

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. MOTIVACIÓN	10
1.2. OBJETIVOS	10
2. CONTEXTUALIZACIÓN	12
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	12
2.2. COMPETENCIAS CLAVE.....	13
3. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE	15
3.2. ENSEÑANZA Y ACTITUD HACIA LA CIENCIA.....	16
3.3. PLÁSTICO, SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE	18
4. METODOLOGÍA.....	20
4.1. APRENDIZAJE VIVENCIAL.....	20
4.2. APRENDIZAJE EN CONTEXTO	21
4.3. APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN.....	22
4.4. APRENDIZAJE BASADO EN EXPERIMENTACIÓN	23
4.5. APRENDIZAJE BASADO EN RETOS	24
4.6. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	24
5. PROPUESTA EDUCATIVA	26
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA	26
5.1.1. INTRODUCCIÓN: “Macromoléculas. Polímeros, sociedad y medio ambiente”	26
5.1.2. EXPERIMENTACIÓN PARA CASA: Observación de almidón.....	29
5.1.3. MARCO TEÓRICO: “Polimerización”	33
5.1.4. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL “Polimerización de caseína”	38
5.1.5. EXPERIMENTACIÓN “Plásticos y reciclaje”	43
5.1.6. ACTIVIDAD: “Enfoque social y medioambiental”	47
5.1.7. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: ¿Qué son los bioplásticos? Aplicaciones.	49

6. CONCLUSIONES	52
7. BIBLIOGRAFÍA	53
7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7.2. RECURSOS ELECTRÓNICOS CONSULTADOS	55
8. ANEXOS	57
ANEXO I: NORMAS DE LABORATORIO (Gobierno de Canarias, 2022)	57
ANEXO II: RESUMEN DEL ARTÍCULO “Un adulto engulle unos 8.100 microplásticos de media al año a través de moluscos”	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Basura que explica la llegada de plásticos al mar (Iberdrola, 2022).....	18
Fig. 2. Contaminación plástica (EuropaPress, 2022)	18
Fig. 3. Producción de plástico en el mundo (Statista, 2021)	19
Fig. 4. Titular de la noticia del periódico (ABC, 2022)	27
Fig. 5. Esquema de macromoléculas naturales y sintéticas con ejemplos (Estudia en línea, 2022)	28
Fig. 6. Ejemplos de lo que pueden observar los alumnos tras la realización de la práctica (Elaboración propia).....	32
Fig. 7. Esquema del etileno (Hermida, 2011)	33
Fig. 8. Macromolécula de PE (Hermida, 2011).....	34
Fig. 9. Polimerización del estireno (Calvo-Flores y Isac, 2013)	34
Fig. 10. Modelización de un homopolímero (Hermida, 2011)	34
Fig. 11. Modelización de un copolímero (Hermida, 2011).....	34
Fig. 12. Modelo de polímero entrecruzado (Hermida, 2011)	35
Fig. 13. Construcción de un monómero, dímero u polímero utilizando clips de colores.	36
Fig. 14. Construcción de un homopolímero y dos copolímeros.....	36
Fig. 15. Construcción de un modelo de un polímero entrecruzado.	36
Fig. 16. Mapa conceptual polímeros (1) (Mindomo. 2022)	37
Fig. 17. Mapa conceptual polímeros (2) (Hermida, 2011)	37
Fig. 18. Modelo de plastificantes entre cadenas de almidón (Calvo-Flores & Isac, 2013).....	39
Fig. 19. Objetos fabricados con polímeros (Calvo-Flores y Isac, 2013).....	40
Fig. 20. Estructura del Kevlar® (Calvo-Flores & Isac, 2013).....	40
Fig. 21. Obtención de la masa moldeable de caseína (Elaboración propia)	42
Fig. 22. Degradación de PS con acetona (Elaboración propia).....	46
Fig. 23. Modelo de polímeros biodegradables y no biodegradables (Calvo-Flores & Isac, 2013)	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido guion practica "Observación de almidón" (Elaboración propia)	31
Tabla 2. Contenido guion práctica "Polimerización de caseína" (Elaboración propia).....	41
Tabla 3. Contenido guion práctica "Fabricación de una pelota saltarina" (Elaboración propia) 44	
Tabla 4. Contenido guion prácticas "Deshacer un polímero" (Elaboración propia)	45

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster contiene una propuesta educativa para la enseñanza de contenidos curriculares de Física y Química, haciendo uso de un aprendizaje vivencial, en el contexto de los plásticos y los problemas medioambientales y sociales asociados a su uso.

Se han diseñado una secuencia de actividades a realizar por alumnos de 2º de bachillerato con la que se pretende trabajar todas las competencias clave, alcanzar los objetivos de contenidos curriculares del nivel académico correspondiente, mejorar la motivación en el aula y su actitud hacia la ciencia, de forma que valoren la investigación científica como solución para el cuidado del medio ambiente.

Las actividades planteadas son tanto teóricas como prácticas, y para llevarlas a cabo se utilizan recursos que el alumnado tiene a su alcance. Con ello se pretende familiarizar a los alumnos con la química, que la vean como algo cotidiano y darles la capacidad de comprender poco a poco el mundo que les rodea.

Palabras clave: plásticos, aprendizaje vivencial, medio ambiente, bachillerato.

ABSTRACT

This Master's Thesis contains an educational proposal for the teaching of Physics and Chemistry curricular content, using experiential learning, in the context of plastics and the environmental and social problems associated with their use.

A sequence of activities has been designed to be carried out by students in the 2nd year of high school, with the aim of working on all key skills, achieving the objectives of curricular content of the corresponding academic level, improving motivation in the classroom and their attitude towards science, so that they value scientific research as a solution for caring for the environment.

The proposed activities are both theoretical and practical, and are carried out using resources available to the students. The aim is to familiarize students with chemistry, to make them see it as something they do every day and to give them the ability to understand the world around them little by little.

Keywords: plastics, experiential learning, environment, high school.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, gran parte de la población no valora la investigación científica y existe una creencia general de que la ciencia solo es útil para científicos e ingenieros. Sin embargo, la ciencia es una forma de estudiar y entender los fenómenos que nos rodean, de los cuales podemos ser partícipes, y cuyo objetivo final es la generación de conocimiento (Velasco, 2017).

De acuerdo con Velasco (2017), es necesario promover la formación de ciudadanos que apoyen la actividad científica y, para ello, necesitan aprender la importancia de la ciencia en sus vidas. Una ciudadanía con una sólida formación científica contribuirá al progreso socioeconómico, a la inclusión social y desarrollo individual, y a la participación activa en la sociedad.

La alfabetización científica es un objetivo prioritario para llegar a ser una sociedad con personas capaces de entender el mundo que nos rodea. La enseñanza de las ciencias no debe ir encaminada hacia la formación de científicos, sino que se debe formar a ciudadanos con una educación básica relativa a las ciencias, que le permita ampliar conocimientos y seguir aprendiendo, además de crear actitudes positivas y optimistas de futuro hacia las ciencias (Velasco, 2017).

Precisamente, la educación de las ciencias ha experimentado una notable evolución teórica y metodológica durante los últimos ciento cincuenta años. En el siglo XX se produjo una transformación hacia un aprendizaje más especializado. En concreto, la enseñanza moderna de la ciencia exige la utilización de un sistema en el que los estudiantes trabajen de forma más amplia, abarcando todas las disciplinas y considerando la conexión entre la química y el resto del mundo (Ginzburg et al., 2019).

Para generar nuevo aprendizaje científico es necesario fijarse y dar valor a las emociones y actitudes que tienen los alumnos hacia la ciencia y lo que genera la ciencia en ellos, y no solo los contenidos académicos, ya que intervienen las experiencias sociales y personales de cada individuo, dando valor a la relación entre el saber y realidad, haciendo significativo lo experimentado (Velasco, 2017).

Las experiencias vitales específicas son un marco teórico perfecto para comprender la influencia de los acontecimientos de la vida de los alumnos y sus futuras actitudes y comportamientos. En las aulas, el hecho de "experimentar" y "vivenciar" contenidos facilita el descubrimiento y entendimiento de fenómenos y realidades del entorno. Hay que interactuar con la realidad, conociendo las variables que influyen en los procesos y dar valor a la investigación científica como solución para el cambio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio (López & Velasco, 2017).

La educación en Física y Química debe tener en cuenta el estudio de otras cuestiones relacionadas con la materia, incluyendo los impactos ecológicos, económicos y sociales. Algunas de estas cuestiones podrían ser la utilización de materiales alternativos, el suministro de energías renovables, la nanotecnología o el uso de nuevos tintes, cosméticos o productos farmacéuticos, que, en ocasiones, proporcionan oportunidades y beneficios a la sociedad, pero también causan riesgos. Esto hace necesaria una educación para el desarrollo sostenible (ESD), al mismo tiempo que una educación científica (Eilks et al., 2017).

Los cambios físicos y químicos son una parte esencial de la vida. Los cambios químicos resultan en la producción de nuevas sustancias químicas. Éstas se producen mediante la formación o ruptura de enlaces, a nivel molecular. Algunos ejemplos son la oxidación, donde se produce óxido de hierro, o la combustión de gasolina, donde se produce vapor de agua y dióxido de carbono. En cambio, las alteraciones físicas no producen modificaciones en la identidad química de la sustancia, es decir, no se dan nuevas sustancias, aunque la inicial y final puedan parecer diferentes entre sí. Algunos ejemplos son los cambios de fase, como el derretimiento de la nieve, o la creación de mezclas, por ejemplo, cuando se mezclan agua y azúcar (Ghulam et al., 2016).

Estos cambios que pueden resultar beneficiosos para la sociedad, también pueden resultar perjudiciales, sobre todo para el medio ambiente. La descomposición del plástico, el calentamiento global, el efecto de la lluvia ácida o los vertidos de petróleo destacan entre ellos.

La química está interconectada con el desarrollo de futuro global ético y sostenible, por lo que se debe dejar de tratar como una disciplina aislada de la influencia humana (Ginzburg et al., 2019). Esta materia a menudo se relaciona con el uso o la transformación de sustancias químicas, pero con poca o ninguna consideración se trata el tema del agotamiento de los recursos, la generación de residuos o el impacto en el ecosistema. El objetivo de esta materia se ha focalizado en comprender determinados ciclos, pero no en la utilización de ese conocimiento para desarrollar posibles soluciones.

En concreto, los residuos plásticos están ampliamente reconocidos como una fuente de contaminación. La mayoría de los plásticos producidos son no biodegradables, por lo que su eliminación causa daños ambientales en la tierra y el agua. Los plásticos no biodegradables tardan cientos de años en descomponerse, de manera que cuando un producto plástico se deposita en vertederos, ríos y océanos, éste contamina el suelo, el agua, la vida marina y el aire. La contaminación por plástico es una grave amenaza que se puede prevenir reciclando, utilizando plástico biodegradable, reduciendo el consumismo y promoviendo una mejor recogida de residuos (Ghulam et al., 2016).

En este contexto, se enmarca el presente Trabajo Fin de Máster que recoge una propuesta docente para el estudio de los materiales plásticos basado en un aprendizaje vivencial de la química, cuyo objetivo es incrementar el interés y motivación hacia la asignatura, mejorar el aprendizaje y que los alumnos valoren la investigación científica como solución para el cuidado del medio ambiente, así como para el cambio social y económico.

1.1. MOTIVACIÓN

En este Trabajo Final de Máster he elegido como tema principal el estudio de materiales plásticos a través de un aprendizaje vivencial, con la intención de desterrar en los alumnos la idea general de la falta de utilidad y aplicación de los contenidos incluidos en la asignatura de química. Me ha motivado el hecho de hacer una propuesta en la que se puedan enseñar conocimientos científicos de manera participativa, activa y cooperativa, observando y experimentando, con la que se puede mejorar la actitud de los alumnos hacia la ciencia. El aprendizaje vivencial de la química emplea situaciones cotidianas de la vida de los alumnos que pueden contribuir a mejorar el entendimiento, conocimientos y aplicación de la química al entorno natural, social y cultural.

Además, el tema elegido para desarrollar la propuesta didáctica me resultó de gran interés, puesto que acarrea una gran problemática social y medioambiental.

1.2. OBJETIVOS

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo general mejorar el proceso de aprendizaje y enseñanza de los contenidos curriculares relativos a los plásticos, materiales poliméricos y su fabricación, aplicaciones e impacto medioambiental, dentro de la asignatura de “Química” para 2º de bachillerato, haciendo uso del aprendizaje vivencial.

Para ello, la propuesta educativa que se presenta en este documento persigue la consecución de los siguientes objetivos específicos:

- 1) Contribuir a la enseñanza de los alumnos en contenidos curriculares acordes a su nivel educativo, a la vez que se trabajan las competencias claves.
- 2) Diseñar actividades relacionadas con el entorno cotidiano de los alumnos y utilizarlo como fuente de conocimiento, de forma que se produzcan en éstos emociones o preocupaciones tanto a nivel individual como colectivo.

- 3) Transmitir el valor de la investigación científica a los alumnos y su importancia en la construcción de un desarrollo sostenible y futuro de cambio social
- 4) Utilizar la experimentación para vivenciar, comprender y conectar conceptos disciplinares globales que afectan tanto al campo de las Ciencias Sociales como al de las Ciencias Naturales
- 5) Trabajar cooperativamente, desarrollar el pensamiento crítico de los alumnos y adoptar posturas comprometidas con el desarrollo sostenible.
- 6) Fomentar en los alumnos el desarrollo de estrategias de observación, toma de datos e interpretación de los mismos y búsqueda de información en distintas fuentes.
- 7) Concienciar a los alumnos sobre los problemas actuales y animarlos a asumir compromisos y proponer cambios en sus hábitos.
- 8) Identificar impactos producidos por la generación de residuos plásticos debido a la actividad humana.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

Con este Trabajo Fin de Máster, realizado durante el curso 2021/2022, se pretende dar por finalizado el “Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas” realizado en la Universidad de Valladolid para la especialidad de Física y Química.

2.1. JUSTIFICACIÓN

El tema a tratar en esta propuesta, “los plásticos, aplicaciones y problemática medioambiental asociada”, es el elegido para trabajar los contenidos curriculares asociados en la asignatura de Química y, a la vez, temas de interés en la sociedad y entorno en el que vivimos.

Las actividades propuestas han sido pensadas para llevarse a cabo en bachillerato, concretamente en segundo curso, dentro de la asignatura de Química, y de acuerdo a la legislación vigente en la Comunidad de Castilla y León, esto es la ORDEN EDU/363/2015, del 4 de mayo, los contenidos que deben abordarse son los que se describen más abajo.

La propuesta educativa se diseña para trabajar una parte de los contenidos incluidos en el “Bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales”. Según la legislación arriba indicada, este bloque supone una introducción a la Química orgánica, sus funciones más importantes y las propiedades, y las reacciones características. Además, se incluye el estudio de algunos productos orgánicos muy importantes actualmente, esto es macromoléculas y polímeros. Los contenidos tratados son los siguientes:

- Macromoléculas y materiales polímeros.
- Reacciones de polimerización.
- Clasificación de los polímeros.
- Polímeros de origen natural: polisacáridos, caucho natural, proteínas.
Propiedades.
- Propiedades. Polímeros de origen sintético: polietileno, PVC, poliestireno, caucho, poliamidas y poliésteres, poliuretanos, baquelita.
Propiedades
- Fabricación de materiales plásticos y sus transformados. Aplicaciones.
Impacto medioambiental.

- Importancia de la Química del Carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar en alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales, energía.

Además, se trabajarán contenidos de otros bloques, principalmente el “Bloque 1: La actividad científica”.

2.2. COMPETENCIAS CLAVE

De acuerdo con el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, el currículo está integrado por los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa, las competencias, los contenidos, la metodología didáctica, los estándares y resultados de aprendizaje evaluables y los criterios de evaluación del grado de adquisición de las competencias y del logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa.

Respecto a las competencias, éstas se definen en dicho Real Decreto como las capacidades para activar y aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, para lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

A efectos del presente Real Decreto, las competencias del currículo son las siguientes:

- 1) Comunicación lingüística
- 2) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- 3) Competencia digital
- 4) Aprender a aprender
- 5) Competencias sociales y cívicas
- 6) Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor
- 7) Conciencia y expresiones culturales

Para la adquisición eficaz de estas competencias y su integración eficaz en el currículo, se diseñan actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.

En concreto, la **competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología** es una de las que más se van a trabajar ya que la propuesta se realiza para

una asignatura de ciencias. Además, con las actividades de experimentación se pretende la comprensión de contenidos científicos y su acercamiento a la realidad, a la vez que se desarrolla el pensamiento crítico, estrategias de resolución de problemas o los procedimientos de iniciación a la investigación científica.

Un instrumento muy importante para construir ideas es la comunicación. A través de la exposición de ideas de forma oral, o el diálogo entre alumnos exponiendo argumentos o hipótesis y usando términos científicos, se trabaja la **competencia en comunicación lingüística**. También se hace cuando se preparan textos relacionados con las actividades experimentales en forma escrita. A su vez, la **competencia digital** se trabaja en la búsqueda de información en este caso mediante recursos TIC.

Para el desarrollo de la **competencia de aprender a aprender** se contribuye al trabajar el método científico y las experiencias realizadas. Estos aspectos fomentan la curiosidad y el pensamiento reflexivo de los alumnos, cuestionándose los fenómenos que ocurren a su alrededor y aumentando la motivación para comprender el entorno de forma más autónoma.

Fomentar las interacciones sociales entre los alumnos desde el respeto y haciéndoles participar de forma activa en puestas en común hace que estas actividades desarrollen la **competencia social y ciudadana**.

Inculcar valores de responsabilidad en el laboratorio, autonomía o la capacidad de búsqueda de explicaciones a fenómenos observados hace que los alumnos desarrollen la **competencia del sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor**.

Por último, la **competencia de conciencia y expresión cultural** se desarrolla reconociendo a científicos importantes su labor y aportación, ya que vivimos en una sociedad en la que los alumnos deben ser conscientes de la importancia de la ciencia y tecnología.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El foco central de la Educación para el Desarrollo Sostenible (ESD) es preparar a las generaciones más jóvenes para que lleguen a ser ciudadanos responsables en el futuro. Los alumnos deben ser capaces de participar en una sociedad democrática para ayudar a dar forma a la sociedad del futuro de una manera sostenible. Deben aprender a asumir la responsabilidad, tanto de ellos mismos como de las generaciones futuras, sobre la base del concepto de desarrollo sostenible.

Algunos de los elementos esenciales para el modelo ESD, identificados por De Haan (2006), son los siguientes:

- Aprender sobre entornos naturales y creados por el hombre, utilizando una visión integrada por las dimensiones sociales, políticas, ecológicas, económicas y culturales, incluida la participación a nivel local y global.
- Centrarse en el aprendizaje participativo con el objetivo de promover las habilidades ciudadanas a través de un enfoque basado en la ética y valores.
- Orientar el aprendizaje en el pensamiento basado en el sistema, incluyendo el uso de métodos interdisciplinarios, centrados en el alumno, experimentales y basados en la investigación.
- Centrarse en el aprendizaje a lo largo de toda la vida como una perspectiva que integra la educación formal e informal.

En este contexto, interdisciplinar significa reunir las diferentes perspectivas hacia cuestiones socialmente relevantes que incorporen la química, la biología y la física, pero también incluya y combine con aspectos de la economía, las ciencias sociales y las humanidades (Eilks et al., 2017). En conclusión, esto incluye el desarrollo de:

- Una comprensión profunda de los complejos sistemas ambientales, económicos y sociales.
- El reconocimiento de la importancia de la interconexión entre estos sistemas en un mundo sostenible.

Algunas estrategias básicas identificadas para integrar la física y química y la educación en ciencia en ESD (Burmeister et al., 2012) se recogen brevemente a continuación:

- Los principios de química verde se aplican a las prácticas de laboratorio utilizadas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- El aprendizaje de la química se contextualiza mediante la aplicación de prácticas científicas y tecnológicas sostenibles.
- Las cuestiones socio-científicas se convierten en el motor de la enseñanza de la física y química, por ejemplo, el cambio climático, cuestiones energéticas, riesgos y posibilidades de productos y procesos o consideraciones medioambientales.
- La EDS se convierte en la fuerza impulsora del desarrollo de la vida escolar, por ejemplo, con el trabajo en proyectos o el establecimiento de redes de escuelas con investigación e industria.

Como solución a lo anterior se puede encontrar la definición de alfabetización en física y química. Esta definición incluye explícitamente un componente social (contextual), es decir, temas (o aplicaciones) relacionados con la física y química, como la nutrición, la industria, el medio ambiente y la salud (medicina y fármacos). Para ofrecer a los estudiantes la oportunidad de comprometerse con estas cuestiones, los alumnos necesitan escenarios de enseñanza y aprendizaje que cumplan con los criterios que hagan que la ciencia se convierta en una realidad. Además, la enseñanza de las ciencias se debe apoyar en estrategias cognitivas y metacognitivas, así como disposiciones emocionales y motivacionales en un entorno interesante y con relevancia para la vida futura en una sociedad contemporánea y/o en las futuras carreras (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011).

3.2. ENSEÑANZA Y ACTITUD HACIA LA CIENCIA

Una actitud consta principalmente de tres características: sentimiento, cognición y comportamiento (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). El desarrollo de actitudes positivas e interés hacia la ciencia es uno de los objetivos clave de los profesores durante la etapa educativa (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011), que a menudo se preguntan cómo hacer sus enseñanzas “más atractivas” para evitar la pérdida de interés y motivación en los alumnos en las asignaturas de ciencias (Eilks et al., 2017).

Los conocimientos científicos deben enseñarse de una manera más participativa, activa y cooperativa, observando y experimentando, comprendiendo e interpretando el entorno más cercano, así como sus elementos e interacciones. Además, se debe poner una mayor atención en las emociones y actitudes que se

generan en el alumnado (Velasco, 2017), ya que, según diversos estudios, el enfoque pedagógico y contenidos escolares no están relacionados con las necesidades, la motivación e intereses de los estudiantes (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011). Si los alumnos consideran que el contenido científico que aprenden es relevante para su vida diaria y para la sociedad en la que se desenvuelven, hay muchas posibilidades de que desarrollen actitudes positivas hacia la asignatura (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011).

Las aplicaciones tecnológicas, la industria, el medioambiente, la salud y la nutrición, y otras aplicaciones de la vida diaria se incluyen en ciencia. Eilks et al., (2017) sugiere que para aumentar la relevancia de la ciencia hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes como son la vida personal de los alumnos y la relación futura con la ciencia.

Algunos estudios han demostrado que a menudo, la enseñanza de física y química se ve impopular e irrelevante para los alumnos, no promueve habilidades cognitivas superiores y crea brechas entre estudiantes y profesorado (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011).

El tema de la relevancia es complicado y subjetivo, pero se debería afrontar desde las cuatro categorías siguientes en el contexto de la educación en ciencias (Holbrook & Rannikmae, 2007):

- Personal, elaborando conexiones entre la educación y la vida de los alumnos.
- Profesional, ofreciendo mediante la educación a los alumnos una imagen de posibles profesiones que pueden desarrollar en el futuro.
- Social, clarificando mediante la educación el objetivo o la finalidad de la ciencia en temas sociales y humanos.
- Personal/social, ayudando a los alumnos mediante la educación para que lleguen a ser ciudadanos responsables en el futuro.

En la literatura se encuentran enumerados algunos de los problemas que afectan las actitudes y el interés de los alumnos por esta asignatura. La lista incluye la sobrecarga de la materia, la falta de la presentación de la materia desde un enfoque holístico (es decir, la presentación de hechos aislados), el énfasis inadecuado en la selección y la profundidad de los temas impartidos o la falta de relevancia de la materia para los alumnos (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011).

3.3. PLÁSTICO, SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE

En la actualidad, uno de los grandes problemas de carácter socioambiental es el exceso de consumo de bienes y servicios que se hace en los países industrializados. Esto potencia la aparición de otros problemas como desequilibrios entre la población, desencuentros con otros países o la degradación ambiental (Blaser et al., 2004).

El consumismo potencia la producción de grandes cantidades de residuos que llegan a los sistemas naturales. Un ejemplo de esto es la contaminación por basuras de mares y océanos que afecta a todo el planeta. Se estima que llegan al mar 6.4 millones de toneladas de basura al año, lo que significa unos 200 kilogramos cada segundo. De esta basura, el 80% procede de actividades terrestres y su principal componente es el plástico (Jaén et al., 2019).

En la Fig. 1. se muestra una imagen de los distintos residuos que se pueden encontrar en estos entornos.



Fig. 1. Basura que explica la llegada de plásticos al mar (Iberdrola, 2022)

Concretamente en España, solo en las costas, se encuentran las cantidades de 377 residuos por cada 100 metros de costa. Los residuos encontrados en mayor proporción son los fragmentos de plástico inferiores a 2.5 centímetros, botellas de plástico y envoltorios (Fig. 2) (Jaén et al., 2019).



Fig. 2. Contaminación plástica (EuropaPress, 2022)

Como se puede ver en la figura 3, que representan la producción de plástico a nivel mundial, la tendencia para los próximos años es creciente. Según los datos de Jaén et al., (2019) en el año 2020, la producción estimada se cifró en alrededor de 500 millones de toneladas.

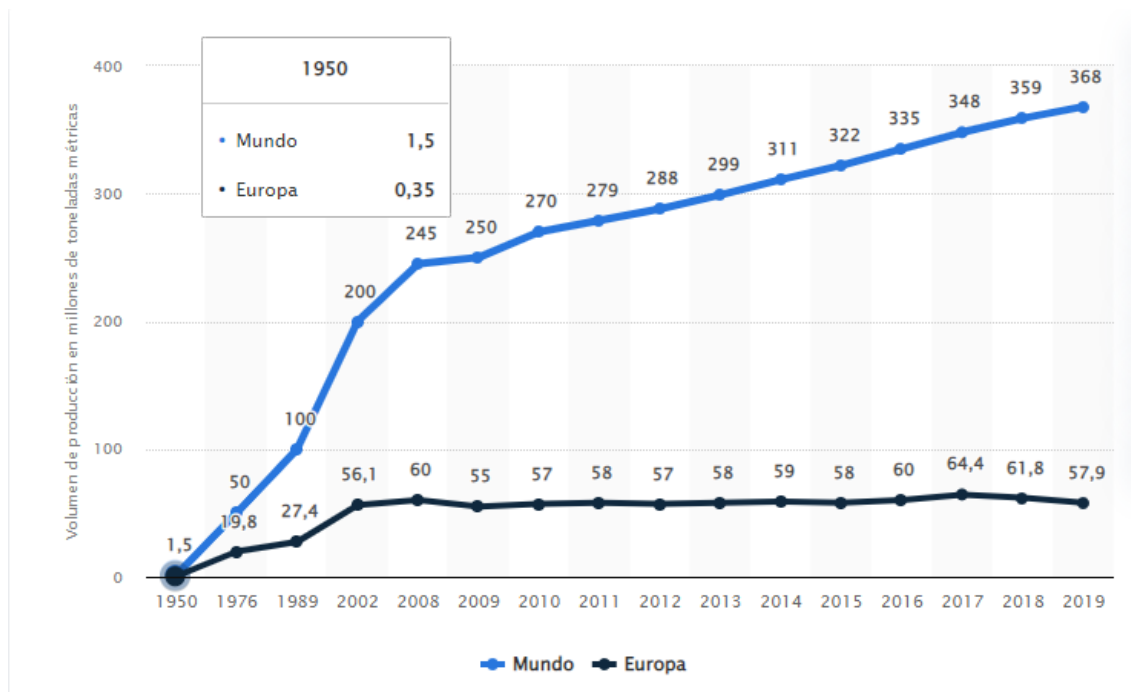


Fig. 3. Producción de plástico en el mundo (Statista, 2021)

La mayor parte del plástico producido se destina a la fabricación de objetos de un solo uso, lo que refleja el mal uso que se hace de mismo.

En cuanto a los sistemas de gestión de este residuo, la mitad de los plásticos no se reciclan y su destino final son los vertederos (Burmeister et al., 2012). Las cifras hablan de alrededor de 30 millones de envases, principalmente latas y botellas, que son abandonados. Muchos de ellos acaban formando vórtices de basura flotantes en los océanos. El más grande se localiza en el Pacífico Norte y tiene una superficie aproximada de 2 millones de kilómetros cuadrados (Jaén et al., 2019).

Este tipo de contaminación produce asfixia o heridas en animales acuáticos, principalmente cetáceos y algunas aves. Además, los microplásticos están dentro de la cadena trófica marina y, por tanto, llegan al ser humano.

En resumen, los materiales plásticos están presentes en nuestra vida y es necesario que la sociedad comprenda las repercusiones derivadas de su uso. En los centros educativos se debe trabajar la concienciación ciudadana de los problemas socioambientales desde el contexto, educando a los alumnos en un consumo responsable para la construcción de una sociedad más equitativa y comprometida, y sostenible en el futuro.

4. METODOLOGÍA

En este apartado se describen las metodologías didácticas en las que se basan las actividades propuestas.

4.1. APRENDIZAJE VIVENCIAL

En la actualidad, los métodos de enseñanza utilizados por una gran mayoría de docentes en el proceso pedagógico son muy tradicionales. Esto provoca que el alumno no esté preparados para resolver problemas prácticos, además de no contribuir a la formación en competencias fundamentales que necesitaría para su desempeño en la sociedad y en sus futuros empleos. Partiendo de la vida de los estudiantes, hay que generar un aprendizaje significativo, vivencial e integrador, que modele en el aula los problemas actuales de la sociedad y simule los procesos cotidianos (Cruz-Alvarado et al., 2017).

Según el Institute for Applied Behavioral Science, realizar un trabajo de manera práctica contribuye a retener el 75% del conocimiento. Esta metodología de aprendizaje se conoce como aprendizaje vivencial y lo que hace es llevar los conocimientos teóricos a la práctica, utilizando las competencias y habilidades propias de cada persona (Castillo-Reyna et al., 2016).

Más concretamente, el aprendizaje vivencial, como modelo innovador, se presenta cuando las actividades de aprendizaje se realizan en contextos de participación activa y situaciones reales, de modo que los alumnos descubren, prueban soluciones e interactúan entre ellos (EduTrends, 2015). Es decir, es un enfoque holístico integrador del aprendizaje que combina la experiencia, la cognición y el comportamiento (Akella, 2010).

Este tipo de aprendizaje ofrece a los estudiantes oportunidades de aplicar lo que aprenden en situaciones reales donde se enfrentan a problemas, descubren por ellos mismos, prueban soluciones e interactúan con otros estudiantes dentro de un contexto (Pérez-Cajas, 2018).

Para que el aprendizaje vivencial sea efectivo, se deben dar las siguientes condiciones (EduTrends, 2015):

- En las experiencias de aprendizaje diseñadas siempre hay que incluir actividades que lleven a la reflexión, análisis crítico y síntesis.
- La estructura de las experiencias debe fomentar en los estudiantes la toma de decisiones e iniciativa, y la responsabilidad de los resultados.

- Tiene que fomentar la participación activa del estudiante formulando preguntas, posibles soluciones y creatividad en el desarrollo de las experiencias.
- El alumno debe involucrarse intelectual, creativa, emocional, social y físicamente.
- Tiene que existir un reconocimiento de las oportunidades espontáneas de aprendizaje por parte del profesor.
- El profesor es responsable de plantear el problema, poner los límites, facilitar el proceso de aprendizaje y dar apoyo y seguridad física y emocional a los estudiantes.

De esta forma, en función de las experiencias, cada alumno obtiene un aprendizaje presente y futuro. Además, durante todo el proceso de experimentación, se dan las relaciones entre el estudiante consigo mismo, con otros estudiantes y con el mundo.

4.2. APRENDIZAJE EN CONTEXTO

El aprendizaje basado en el contexto es un enfoque para el aprendizaje de la química que se puede utilizar para incrementar el interés de los alumnos por esta materia. El aprendizaje basado en el contexto aumentará el conocimiento al conectar el aprendizaje de la química con la comunidad, ya que contiene aplicaciones necesarias y conocidas por los estudiantes.

La secuencia utilizada en esta metodología suele ser una presentación inicial del contexto elegido para el aprendizaje, posteriormente una presentación de posibles problemas a resolver y finalmente la resolución de problemas de ciencia combinando conocimientos científicos. En el proceso se intercalan también fases de contacto, de preguntas y cuestiones, de cultivo de la curiosidad y de elaboración o exploración (Febrianto et al., 2019).

De esta manera, en el aprendizaje basado en el contexto se incluyen actividades experimentales, actividades de indagación e historia química y científica. También se hace hincapié en el debate y trabajo en grupo, resolución de problemas y pensamiento crítico (Schwartz, 2006).

El uso de esta metodología puede cubrir y tratar temas con elementos de ciencia, tecnología y sociedad mediante el contexto, los contenidos, los procesos científicos o habilidades y actitudes.

En resumen, el contexto utilizado debe generar curiosidad y por ello se utilizan los contextos reales y cercanos a los alumnos. Por ello, los temas de tipo social, ambiental o ético son útiles ya que afectan a la vida de las personas (Schwartz, 2006; Cascarosa-Salillas et al., 2022).

4.3. APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Con el uso de esta metodología, frente a la tradicional, se busca que el estudiante sea el sujeto activo en el proceso de aprendizaje.

El enfoque del aprendizaje basado en la indagación no proporciona un procedimiento para la realización de las prácticas. En este tipo de metodología se presenta un problema a los estudiantes y éstos deben proponer un procedimiento para resolverlo (Ferreira et al., 2022). Esta forma de trabajo está muy relacionada con cómo los científicos estudian y analizan el medio natural y buscan explicaciones para su entendimiento basándose en pruebas realizadas (Cascarosa-Salillas et al., 2022).

Este proceso despierta el interés por conocer, e invita a la reflexión sobre el propio saber dentro del proceso de aprendizaje. Además, las cuestiones abiertas y la actitud de escucha fomentan el pensamiento más variado de los alumnos con mejores respuestas y mayor participación.

Para que esto se desarrolle de la forma adecuada, es necesario que se aborden de alguna manera los conceptos necesarios para resolver el problema, antes de empezar la actividad de indagación. Utilizando este enfoque, los alumnos tienen que proponer su hipótesis inicial y probarla, aunque ésta no resulte ser la resolución correcta, siempre y cuando la comprobación no implique riesgo para la salud de las personas o el medio ambiente.

Según Carvalho (2018), existen cinco niveles diferentes de investigación para realizar y guiar los experimentos:

- El estudiante realiza el experimento siguiendo las pautas definidas.
- El profesor presenta las hipótesis y el plan de trabajo y esto se discute con los alumnos, por tanto, el profesor contribuye a la elaboración del procedimiento experimental para que posteriormente los alumnos recojan datos y los analicen.
- El profesor propone el problema y las hipótesis, que son discutidas y desarrolladas con los alumnos, pero éstos últimos proponen como hacer la experiencia.

- Los alumnos empiezan a sugerir hipótesis para el experimento.
- Toda la actividad práctica es responsabilidad del estudiante, incluido el problema a estudiar.

El aprendizaje basado en la indagación se debe construir de forma gradual pero eficiente, de forma que el alumno sea capaz de comparar, analizar y formular hipótesis sin recibir la información preparada. Esto también ayuda a que el aprendizaje sea divertido e interesante.

Por otro lado, este tipo de actividades se proponen con el objetivo de desarrollar habilidades de investigación necesarias para la alfabetización científica y la mejora de la motivación de los alumnos.

4.4. APRENDIZAJE BASADO EN EXPERIMENTACIÓN

Dentro de la legislación vigente en Castilla y León, esto es, la ORDEN EDU/363/2015, del 4 de mayo, y concretamente en lo referente a la asignatura de Química para el segundo curso de bachillerato se dice textualmente “La materia incluye aspectos teóricos y prácticos y por esto la metodología que se empleará será muy diversa: Se harán experiencias prácticas en grupos pequeños, por ejemplo: volumetrías, determinación de velocidades de reacción, obtención de plásticos..., en los que se fomente la búsqueda y contraste de información, la discusión de los resultados obtenidos, la elección de la forma de presentar los resultados... Se adquirirán actitudes relacionadas con el trabajo limpio y ordenado, la realización de un diseño previo de las experiencias de laboratorio, el uso del lenguaje científico, etc.”.

Las actividades prácticas en los laboratorios se asocian a las asignaturas de ciencias, y más concretamente a la Física y Química. Sin embargo, en la práctica se realizan muy pocas experiencias prácticas de este tipo y menos en un curso como segundo de bachillerato en el que el tiempo del que se dispone en un curso con características especiales es muy ajustado.

Por otro lado, en muchos centros las instalaciones no son las adecuadas y no se dispone de presupuesto para la adquisición de materiales o reactivos.

A pesar de lo anteriormente comentado, el desarrollo de experimentos facilita la adquisición de conocimientos logrando un aprendizaje más significativo. Los experimentos se emplean para introducir contenidos nuevos o para reforzar y profundizar los ya estudiados. En ambos casos, el uso de preguntas hace reflexionar al

alumno sobre conocimientos ya impartidos o conocimientos nuevos. De esta forma los alumnos se muestran participativos.

4.5. APRENDIZAJE BASADO EN RETOS

Según Pérez-Cajas (2018), el enfoque del aprendizaje basado en retos, nace en el aprendizaje vivencial.

Con el aprendizaje basado en retos se pretende que el estudiante se involucre de forma activa buscando la implementación de una solución al reto planteado dentro de una situación que suponga un problema real, relevante y vinculado con el entorno. El reto propuesto al estudiante puede ser una actividad o tarea que lo estimule y le parezca un desafío. Esto activa mentalmente a los alumnos, despertando curiosidad y produciendo un ambiente emocional positivo.

Una de las características necesarias es que el reto debe ser abierto, lo que permite a los estudiantes proponer varias soluciones, buscar y pensar formas de resolución que permitan abrir la mente y a la vez compartir las ideas con los compañeros fomentando la interacción.

En el artículo de Vargas-Sánchez (2021) se proponen una serie de condiciones indicadas para promover este tipo de aprendizaje:

- Las actividades implican reflexión, análisis crítico y síntesis, además de iniciativa.
- Participación activa del estudiante en el trabajo del reto planteado, utilizando la creatividad.
- El éxito, el fracaso y los resultados dependen del proceso vivido.
- El profesor establece los límites en las actividades pero facilita el proceso de aprendizaje.
- Los resultados son personales y dependen de la experiencia realizada.

4.6. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN DEL ALUMNO

La evaluación se propone como una actividad que indica el grado de consecución de objetivos, facilitando así la propuesta de nuevas actividades para mejorar dichos resultados.

La evaluación de los estudiantes se realizará a lo largo de todo el curso, siendo un proceso de alcance continuo, y que refleja los avances de los estudiantes en la materia.

Para el cálculo de la calificación final se tienen en cuenta las pruebas escritas (PE), las tareas en el laboratorio y de investigación, y las tareas para casa (TPC) así como las tareas realizadas en el aula (TPA). En todas ellas se tendrá en cuenta para la calificación la presentación, el orden y la limpieza, la ortografía, el razonamiento, explicación y resultados de los ejercicios, así como el uso de vocabulario científico de forma adecuada.

Por tanto, para la calificación final se considerarán los siguientes porcentajes:

- Pruebas escritas (70%): se incluyen las pruebas relativas a los contenidos explicados en el aula. Estas actividades incluyen el desarrollo de contenidos teóricos, el razonamiento de preguntas cortas y la resolución de problemas.
- Trabajo experimental y de investigación (20%): se incluyen la valoración de las actividades prácticas en cuanto a la forma de trabajar en el laboratorio, la entrega de informes de prácticas, exposiciones y actividades de investigación realizadas.
- Trabajo diario (10%): se incluyen las TPC y las TPA, y la corrección se realizará tanto de forma común en el aula como por parte del profesor. En esta sección se incluye también el comportamiento del alumno.

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

De igual forma que se evalúa a los alumnos, es necesaria la evaluación del docente cuando se propone una actividad experimental.

Los aspectos que se proponen evaluar son los siguientes:

- Suficiencia y adecuación de las actividades propuestas para la consecución de los objetivos
- Organización de la actividad experimental
- Recursos de personal para la realización de las actividades
- Equilibrio entre la experimentación libre y guiada
- Adecuación de las actividades al ratio de alumnos en el grupo

- Adecuación del espacio, ya sea el aula, el laboratorio o el aula de informática, para llevar a cabo las actividades

5. PROPUESTA EDUCATIVA

La propuesta educativa que se presenta a continuación se realiza teniendo en cuenta los contenidos que se quieren abordar dentro del contexto elegido, la legislación que rige la educación para este nivel, y dando importancia al objetivo de vivenciar la química con el fin de mejorar el aprendizaje y la motivación de los alumnos.

Como se ha indicado anteriormente en otros apartados, se proponen un conjunto de actividades para alumnos de bachillerato en las que de cada una de ellas se incluye una breve descripción de la actividad, temporalización, evaluación y materiales necesarios.

Inicialmente, cuando las actividades experimentales así lo requieran, se realizará una explicación básica y a modo de recordatorio en algunos casos, de conceptos teóricos básicos utilizados en las actividades propuestas.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

En este apartado se describen las actividades que se proponen para trabajar los contenidos indicados en el apartado 2.1. *Justificación*, que pertenecen al “Bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales” para la asignatura de Química de segundo de bachillerato.

La propuesta educativa consta de siete actividades, en las cuáles todas utilizan una metodología de aprendizaje vivencial, ya que se realizan en contextos de situaciones reales buscando la participación activa del estudiante. Las actividades diseñadas se detallan en los siguientes apartados.

5.1.1. INTRODUCCIÓN: “Macromoléculas. Polímeros, sociedad y medio ambiente”.

Para la iniciación en el tema, se pretende que los alumnos se den cuenta de que estamos rodeados de macromoléculas, y más concretamente de las que denominamos plásticos. Estos materiales se constituyen de polímeros, y en nuestro entorno estamos rodeados de ellos.

Para que los alumnos sean conscientes de que es un tema de actualidad, que afecta a toda la sociedad, y la importancia de tener conocimientos sobre él para llevar a cabo un consumo sostenible, se presenta un artículo que ha aparecido en medios de comunicación y se formularán preguntas sobre ellos. Esto se hace con el objetivo de conocer las ideas de los alumnos sobre macromoléculas y más concretamente sobre polímeros, a la vez de crear interés en los alumnos, dado que es un tema que también está en su vida cotidiana.

La noticia que se utiliza es del periódico ABC y el titular (Fig. 4) es el siguiente:

“Un adulto engulle unos 8.100 microplásticos de media al año a través de moluscos”, (ABC, 2022).

En este artículo los alumnos pueden encontrar una definición de qué es un microplástico, de la contaminación por plásticos que se produce en el mar, datos de concentraciones de microplásticos en moluscos que todos los alumnos pueden consumir y posibles enfermedades consecuencia de lo anterior, además de algunos ejemplos de plásticos que son encontrados (poliéster, celulosa sintética y polietileno).

→ ABC → España → Cataluña

Un adulto engulle unos 8.100 microplásticos de media al año a través de moluscos

Las ostras y los mejillones son los que más fibras y fragmentos concentran, según un estudio de la Universidad Rovira y Virgili

Los microplásticos llegan a la sangre



Fig. 4. Titular de la noticia del periódico (ABC, 2022)

En esta actividad, la clase se divide en grupos de 4 o 5 alumnos para fomentar el trabajo en grupo y el respeto, dos aspectos fundamentales a adquirir para la consecución de la competencia social y cívica.

Para trabajar en el contexto de la noticia, se propone una lluvia de ideas o brainstorming. Esta técnica se utiliza para recopilar cuantas más ideas mejor, sobre un tema, llevada a cabo por un grupo. Se plantean preguntas a los alumnos para facilitar la participación de los alumnos y fomentar así la competencia clave del sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor. Algunas preguntas que se plantean son:

- ¿Creéis que podemos vivir sin plásticos?
- ¿Pensáis que todos los plásticos son iguales?
- ¿Cuál creéis que es el principal problema de los plásticos?

Siguiendo en el contexto creado alrededor de los plásticos se inicia a los alumnos en el tema de macromoléculas, dando las claves para que se den cuenta de que existen macromoléculas naturales y sintéticas, por lo que es algo que vamos a encontrar en el entorno. Para ello, se puede dibujar un esquema parecido al mostrado en la figura 5, que recoja ejemplos de macromoléculas que los alumnos puedan recordar fácilmente porque les llame la atención, y a continuación pedir a los alumnos que propongan más ejemplos.

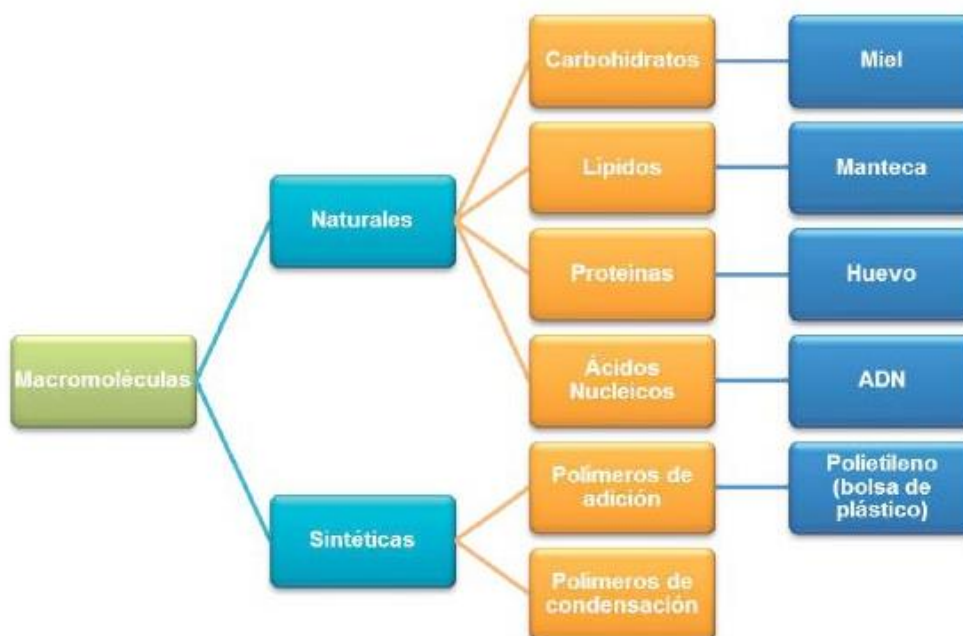


Fig. 5. Esquema de macromoléculas naturales y sintéticas con ejemplos (Estudia en línea, 2022)

En último lugar se pone como ejemplo de macromolécula natural el almidón. Se propone a los alumnos que busquen información acerca de este compuesto, con el fin

de que tengan una idea básica para la realización posterior de una actividad práctica para realizar en casa alrededor de este compuesto.

Con estas primeras propuestas se pretende que los alumnos se den cuenta de la importancia de recurrir a las ciencias experimentales para analizar y explicar problemas reales de actualidad que se deben tratar también desde las ciencias sociales con el fin último de que se entusiasmen por buscar nuevos conocimientos.

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

Esta actividad se realizará en una sesión en el aula. La presentación y lectura de la noticia por parte de los alumnos se estima que necesitará unos 15-20 minutos. Posteriormente, se formularán una serie de preguntas abiertas a los alumnos, para lo cual se destinarán otros 15-20 minutos.

En último lugar, los últimos 10-15 minutos se presentará el esquema de macromoléculas a los alumnos y se les permitirá buscar información en Internet de otros ejemplos que ellos puedan conocer, poniéndolos en común con sus compañeros.

En esta sesión se utilizará principalmente la metodología de aprendizaje en contexto, utilizando el enfoque de la problemática de los plásticos para incrementar el interés de los alumnos y como un problema que se ha de resolver.

Además, se permite a los alumnos trabajar en grupos y poner en común las ideas, lo que hace que se trabaje el aprendizaje colaborativo.

EVALUACIÓN

Esta actividad se realiza como parte de una sesión ordinaria de docencia, en la que se presentan los contenidos a tratar a los alumnos y la evaluación se realizará mediante observación de los alumnos en comportamiento y actitud hacia la asignatura. Esto se incluye en la evaluación relativa a las TPC.

5.1.2. EXPERIMENTACIÓN PARA CASA: Observación de almidón.

A partir de lo comentado en la sesión anterior respecto al almidón, se propone un reto práctico a los alumnos para realizar de forma autónoma en casa. Con esto se pretende que los alumnos trabajen el concepto de macromolécula.

El almidón es un polisacárido de reserva presente en los vegetales, por tanto, se debería encontrar en los alimentos de origen vegetal y no en los de origen animal.

Sin embargo, la realidad no es esa, y en la industria alimentaria este compuesto es añadido a diferentes productos con el objetivo de dar a éstos un aspecto más apetecible. En las etiquetas de estos productos, en las que se indican la composición o los ingredientes, viene indicado como fécula o fécula de patata, pero muchas otras se omiten su presencia. Con esta práctica se puede detectar la presencia de almidón con ayuda de una disolución de yodo, que es de color marrón o anaranjado. Sin embargo, cuando estas soluciones entran en contacto con el almidón, debido a la reacción que se produce, se vuelven de color azul oscuro o violeta.

Esta coloración azul del polisacárido se debe a que el yodo se fija a la molécula de almidón. Este proceso solo se produce en frío y no es una verdadera reacción química, sino que lo que se forma es un compuesto de inclusión, de forma que se produce una modificación de las propiedades físicas (y del color) debido a que el yodo se introduce en los huecos que conforman la molécula de almidón con forma de espiras.

Esta coloración no se apreciará si el almidón es hidrolizado (si se calienta, por ejemplo). En este caso el almidón se encuentra en forma de hélices mucho más cortas y pequeñas (amilopectinas) por lo que el yodo no se puede unir.

Pues sobre la presencia de almidón en los alimentos es lo que se pide a los alumnos comprobar en casa.

El guion de prácticas que se proporciona a los alumnos contendrá los apartados recogidos en la tabla 1.

Las conclusiones a las que deben llegar los alumnos son del tipo:

- En presencia de almidón, las disoluciones de yodo cambian de color marrón a un color azul oscuro.
- Los alimentos que han encontrado que más almidón tienen son el pan o productos de bollería industrial.
- Algunos embutidos contienen gran cantidad de almidón con el objetivo de reducir costes.

En la imagen (Fig. 6) se recogen algunos de los resultados que se espera que vean los alumnos. Los productos que más almidón contienen, y se ve muy fácilmente, son el pan y la harina de maíz (vaso de precipitados). Además, se muestran dos alimentos que han cambiado un poco de color (plátano y patata), y otros dos en los que apenas se aprecia el cambio (manzana y trozo de embutido).

OBSERVACIÓN DE ALMIDÓN	
Objetivo	Detectar la presencia de almidón en algunos alimentos que se pueden encontrar en casa.
Introducción	<p>El almidón es un polisacárido de reserva presente en los vegetales, por tanto, se debería encontrar en los alimentos de origen vegetal y no en los de origen animal.</p> <p>Utilizando una disolución de yodo (reactivo), cuando estas soluciones entran en contacto con el almidón, debido a la reacción que se produce, se vuelven de color azul oscuro o violeta.</p>
Materiales	<p>Alimentos como patata, harina, pan, jamón (u otros embutidos), plátano, manzana o similares</p> <p>Betadine</p> <p>Cuentagotas o jeringa de plástico</p> <p>Agua</p> <p>Cuchillo o tijeras</p>
Precauciones	Evitar que el Betadine entre en contacto con los ojos u otras mucosas.
Observaciones	Se puede probar con cualquier tipo de alimento, comprobando así las diferencias para un mismo alimento y distintas marcas comerciales.
Desarrollo experimental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se prepara el reactivo diluyendo en un vaso la proporción 1 gota de Betadine por cada 10 gotas de agua. 2. Se cortan los alimentos en trozos pequeños y se colocan en un cuenco o recipiente pequeño. 3. Añadir 1 o 2 gotas del reactivo en cada muestra. 4. Observar lo que ocurre.
Cuestiones propuestas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Por qué creéis que cambia el color del alimento? 2. ¿Por qué crees que alimentos de tipo animal se les añade almidón? 3. ¿Qué se observa al poner disolución de yodo en una hoja de papel?

Tabla 1. Contenido guion practica "Observación de almidón" (Elaboración propia)

Para finalizar la actividad se pide a los alumnos que anoten en papel las respuestas a las cuestiones planteadas en el guión, que presenten datos de lo observado en la experimentación y unas pequeñas conclusiones. Esto será expuesto en la sesión posterior, poniendo ideas en común y comentando los diferentes alimentos que han utilizado los estudiantes de forma individual.



Fig. 6. Ejemplos de lo que pueden observar los alumnos tras la realización de la práctica (Elaboración propia)

Como curiosidad, se puede comentar a los alumnos que esta es una prueba con la que se puede ver el grado de madurez de las frutas. Cuando un fruto no está maduro, contiene mucho almidón, pero por el contrario si el fruto está maduro, el almidón se habrá transformado en azúcares, lo que evita que el yodo se una a las cadenas del hidrato de carbono y no se teñirá nada de azul.

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

La actividad se propone como una tarea para casa, de duración entre 30 y 45 minutos para la realización práctica y la toma de datos, en función de la cantidad de alimentos elegida. Es una actividad planteada como un reto, de realización muy sencilla, que pretende que los alumnos trabajen de forma autónoma, piensen y analicen a cerca de lo observado y por último fomenta que los alumnos tengan nuevas ideas al proponer alimentos para el análisis.

La metodología más relevante utilizada en esta sesión es el aprendizaje basado en retos y en experimentación. El hecho de realizar una actividad práctica en casa, de forma autónoma, sin tener al profesor para resolver dudas que surjan durante la realización, permite abrir la mente del estudiante. Otra característica importante es que la actividad resulta abierta, cada alumno puede proponer diversos alimentos o productos para la comprobación de la presencia de almidón, y además obtendrán resultados únicos.

EVALUACIÓN

Para la evaluación de esta actividad se valora la realización de la misma, así como las aportaciones que los alumnos hagan en la clase siguiente sobre sus

observaciones experimentales. Además, dentro de las tareas para casa, se evaluará las anotaciones en papel de los alumnos, que se recogerán tras la puesta en común.

COSTES ESTIMADOS

La práctica propuesta en casa se propone con el fin de que todos los alumnos puedan realizarla ya que parte de materiales que todos tienen en casa. El único material necesario es el Betadine, que tiene un precio de entre 2 y 5 €, en función del volumen. El resto de materiales necesarios (alimentos), cada alumno podrá elegir para la práctica los que tenga disponibles.

5.1.3. MARCO TEÓRICO: “Polimerización”

En este caso, el profesor se encarga de explicar los contenidos curriculares que se corresponden con *Definición de polímero y clasificaciones*. Posteriormente se realizará una actividad de tipo práctico que se explica a continuación.

En la primera parte de la actividad, se desarrolla de forma explicativa los conceptos teóricos básicos del tema abordado, teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje para este nivel educativo.

Haciendo uso de la etimología de la palabra polímero como propone (Calvo-Flores & Isac, 2013), se puede introducir el concepto de polímero a los alumnos: *polys* significa mucho y *meros* corresponde a parte. Definido de acuerdo a la IUPAC, un polímero es una macromolécula, formada esencialmente por la repetición múltiple de unidades derivadas de otras moléculas de masa molecular más pequeña denominadas monómeros mediante el proceso de polimerización. Por tanto, se puede concluir que un polímero es una molécula con masa molecular relativamente grande.

Por ejemplo, una molécula de polietileno (PE) está formada por monómeros de etileno (esquema en la Fig. 7). Cada monómero está formado por 2 átomos de carbono y 4 de hidrógeno, y el peso molecular del eslabón es 28g/mol.

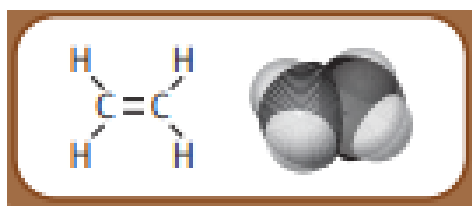


Fig. 7. Esquema del etileno (Hermida, 2011)

La figura 8 muestra una macromolécula de PE con el modelo de esferas, donde las esferas negras corresponden a átomos de carbono, y las blancas, átomos de hidrógeno.



Fig. 8. Macromolécula de PE (Hermida, 2011)

Otro ejemplo puede ser la formación del poliestireno a partir del estireno (monómero) cuya fórmula se puede ver en la figura 9.

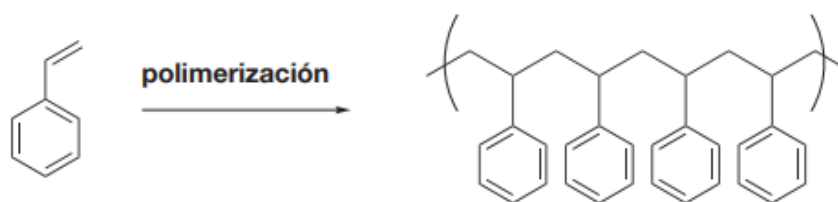


Fig. 9. Polimerización del estireno (Calvo-Flores y Isac, 2013)

Se explicarán también los conceptos de monómero, como componente básico de un polímero, y dímero, como la unión entre dos monómeros, hablando a su vez de lo que es un polímero (Calvo-Flores & Isac, 2013). Aquí también se diferencia entre polímero lineal y ramificado, atendiendo a las diferentes estructuras de la cadena.

Se definirán los conceptos de homopolímeros, esto es, aquellos polímeros en los que todos los monómeros que los constituyen son iguales, y copolímeros, como los que están formados por dos o más monómeros. A continuación se muestra una representación (Fig. 10 y Fig. 11) que refleja la diferencia entre los dos tipos de macromoléculas.

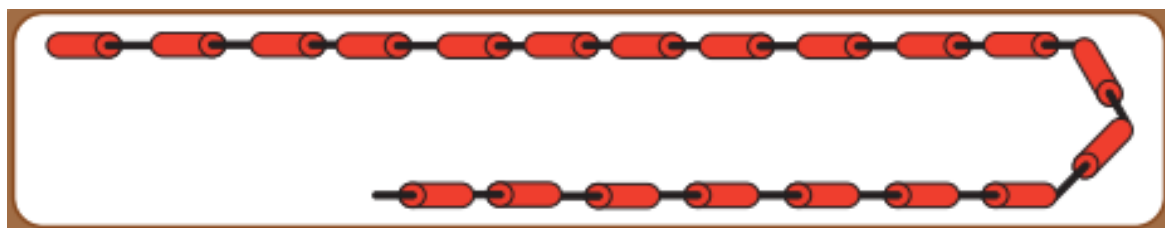


Fig. 10. Modelización de un homopolímero (Hermida, 2011)

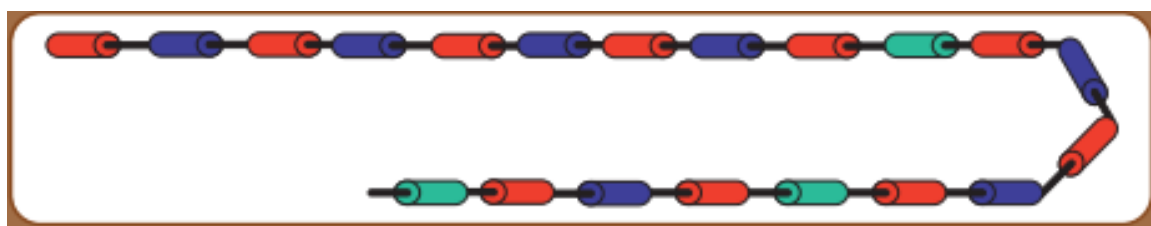


Fig. 11. Modelización de un copolímero (Hermida, 2011)

Por último, se explica el concepto de entrecruzamiento (Fig. 12) entre cadenas de polímeros que, atendiendo a la estructura de la cadena, son los polímeros que forman enlaces entre cadenas vecinas. Esta unión entre cadenas se produce por medio de átomos o moléculas y este efecto influye en las propiedades finales del material.

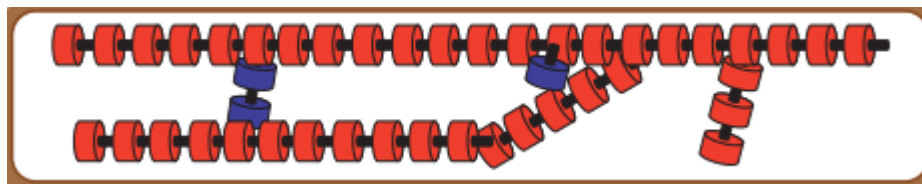


Fig. 12. Modelo de polímero entrecruzado (Hermida, 2011)

Otro de los contenidos que se pueden abordar en este punto son las posibles clasificaciones de los materiales poliméricos. En este nivel, se pueden presentar algunas clasificaciones sencillas como las realizadas en base a la formación o la estructura de los polímeros, el origen, respuesta térmica o aplicaciones.

Se puede hablar del primer polímero artificial inventado, la bakelita, que fue el comienzo para el desarrollo de otras macromoléculas como el polietileno (PE), nylon (poliamida) o teflón (politereftalato de etileno, PTFE) entre otros.

La bakelita es un copolímero sintetizado a partir de fenol y formaldehído, que era moldeable mientras se formaba y al solidificar se convertía en un polímero duro. Las propiedades que presenta son la resistencia al agua y a los disolventes, fácil mecanización y aislante de la electricidad (Hermida, 2011).

Posteriormente, se realiza una actividad de tipo práctico que trata de modelizar la estructura de los polímeros haciendo uso de clips de distintos colores. Cada clip de un color representa un monómero distinto. Se trata de que los alumnos unan los clips entre sí formando cadenas, representando dímeros y polímeros, tal como se muestra en la figura 13.

En la segunda parte se definen los conceptos de homopolímero, copolímero y heteropolímero, modelizando cada concepto de forma sencilla, como se muestra en la imagen siguiente (Fig. 14).

En último lugar, se construye una estructura más compleja para modelizar un polímero entrecruzado (Fig. 15), que ayuda a los alumnos a visualizar las uniones formadas entre las cadenas mediante enlaces covalentes.

Una vez terminada esta parte práctica que utiliza modelos, se propone a los alumnos realizar un ejercicio de síntesis que recopile los conceptos más importantes trabajados en la sesión. Para ello se emplea un mapa conceptual que puede ser alguno

de los mostrados en las figuras siguientes (Fig. 16 y 17). El mapa conceptual se proporcionará a los alumnos con algunas indicaciones que sirvan de guía para su construcción adecuada.

Con el uso del mapa conceptual se pretende organizar los conocimientos de los alumnos a la vez de resultar un ejercicio de diagnóstico para comprobar si los alumnos han comprendido lo tratado en la sesión.



Fig. 13. Construcción de un monómero, dímero u polímero utilizando clips de colores.

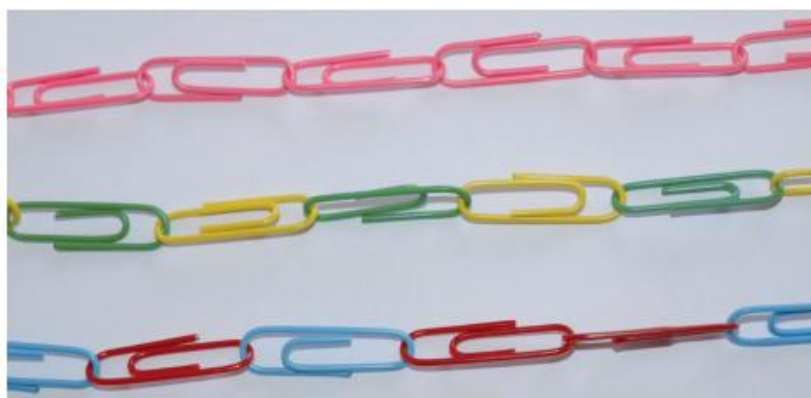


Fig. 14. Construcción de un homopolímero y dos copolímeros.

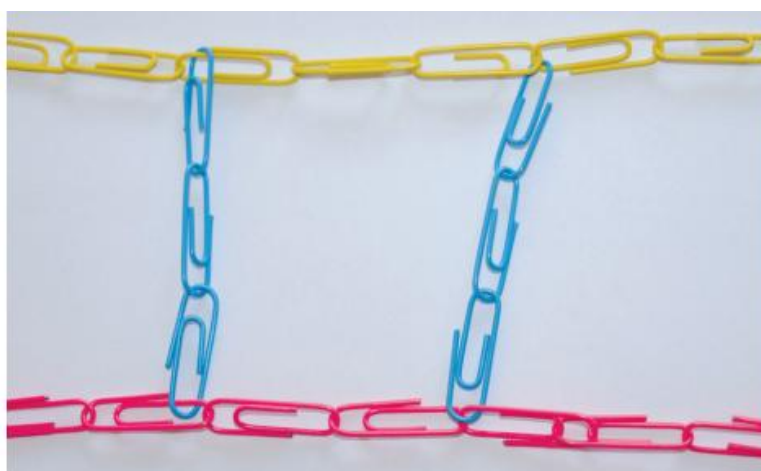


Fig. 15. Construcción de un modelo de un polímero entrecruzado.

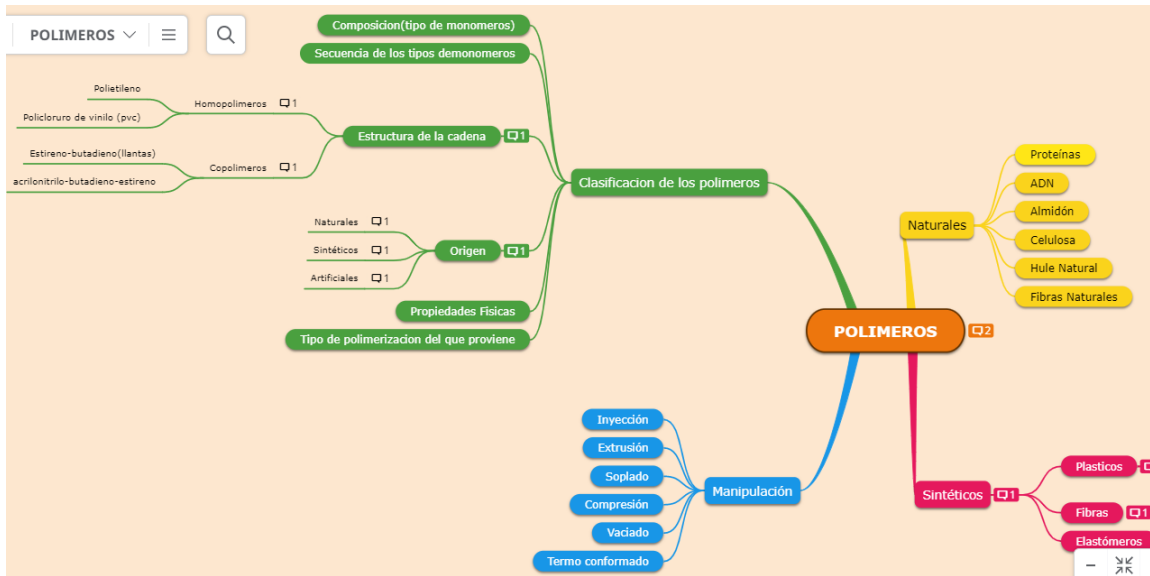


Fig. 16. Mapa conceptual polímeros (1) (Mindomo. 2022)

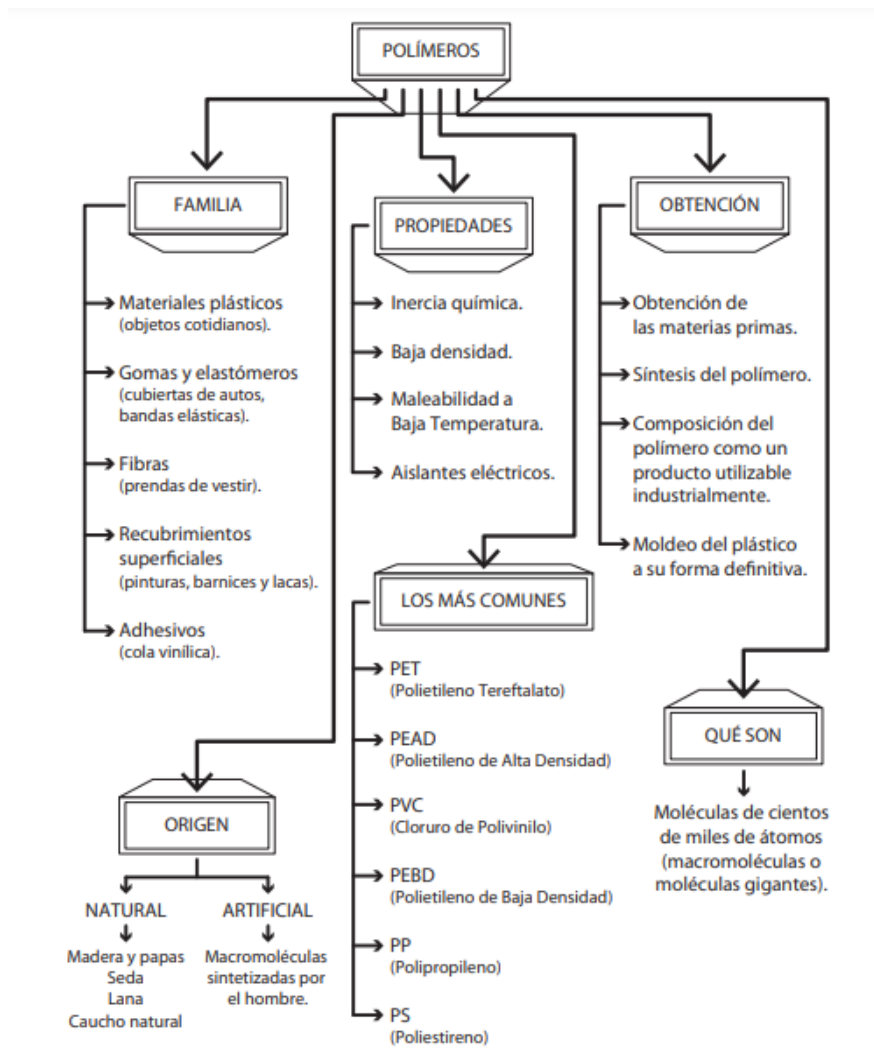


Fig. 17. Mapa conceptual polímeros (2) (Hermida, 2011)

Por último, como trabajo para casa, se propondrá a los alumnos la lectura de un artículo científico con el objetivo de que se familiaricen con este tipo de documentos.

“Cien Años de la Química Macromolecular”, (2021) Salgado-Chavarría, D., y Palacios-Alquisira, J., Educación Química, 32 (1), Disponible en <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.76662>.

En él se habla de la historia de la química macromolecular. Cada alumno tendrá que escribir en 3 o 4 líneas algo que le haya parecido relevante o curioso del artículo, y lo expondrá de forma oral a sus compañeros. Aquí no se pretende que los alumnos entiendan todo lo que aparece en el artículo, simplemente que les dé una idea del tema, su historia e importancia y que les nazca el interés por saber más y entender algunos conceptos.

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

Este conjunto de subactividades, incluidas dentro del marco teórico: Polimerización, se realizan en una sesión en un aula convencional. Los alumnos trabajan de forma individual.

La metodología aquí utilizada es la basada en el aprendizaje en contexto y aprendizaje basado en indagación, ya que por un lado se utilizan como ejemplos los polímeros plásticos, conocidas por los estudiantes por su presencia en el entorno, y por otro se incluye una actividad relativa al estudio de historia química y científica por la temática del artículo propuesto.

EVALUACIÓN

La evaluación de esta actividad se enmarca dentro del apartado de tareas realizadas en el aula. Se valorará principalmente el comportamiento de los alumnos hacia la clase así como su participación tanto en relación a las preguntas formuladas por el profesor como en la realización del mapa conceptual.

5.1.4. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL “Polimerización de caseína”

En esta actividad se tratarán los conceptos sobre fabricación y aplicaciones de los polímeros. Para ello se recurre a la práctica experimental abajo descrita.

Como introducción a la práctica, se comenta brevemente a los alumnos que, en la fabricación de materiales poliméricos se obtienen productos con distintas propiedades cambiando las condiciones de polimerización y añadiendo diferentes aditivos. Un ejemplo que se menciona son los plastificantes, en los cuales moléculas de tamaño más pequeño (como agua, urea o glicerol) se intercalan dentro de las cadenas de polímeros haciendo que el plástico resultante tenga una mayor o menor rigidez, modificando así sus propiedades mecánicas. Un modelo de lo anterior que se muestra a los alumnos es el siguiente (Fig. 18).

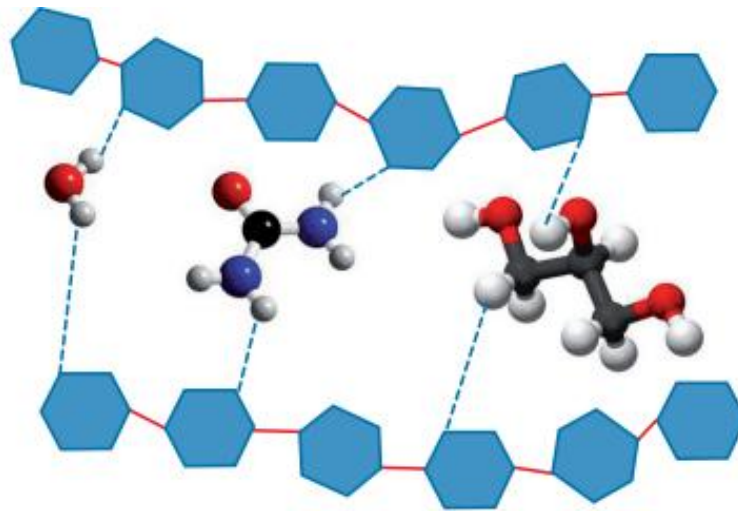


Fig. 18. Modelo de plastificantes entre cadenas de almidón (Calvo-Flores & Isac, 2013)

Por último, en este bloque se pueden poner ejemplos de polímeros basándose en las propiedades de los mismos (resistencia, termoplaticidad, dureza, conductividad, aislamiento eléctrico, etc) que explican la gran cantidad de aplicaciones que tienen y por tanto el uso masivo de estos materiales en la vida cotidiana. Algunos ejemplos posibles y de los que se muestran imágenes son los recubrimientos de cables eléctricos, la fabricación de envases de todo tipo, distintas fibras textiles (Fig. 19),...Un ejemplo que resulta llamativo es el Kevlar, un polímero utilizado para la fabricación de chalecos antibalas que resulta ser cinco veces más resistente que el acero, y cuya estructura es la indicada en la figura 20.



Fig. 19. Objetos fabricados con polímeros (Calvo-Flores y Isac, 2013)

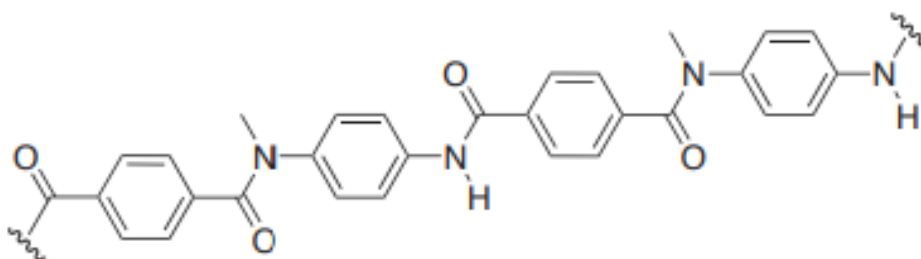


Fig. 20. Estructura del Kevlar® (Calvo-Flores & Isac, 2013)

En este punto se pretende que los alumnos se den cuenta de que los polímeros comercializados, y que todos conocemos, son en realidad formulaciones en las cuáles los polímeros se combinan con diferentes aditivos, modificando así las propiedades de los mismos.

Algunos ejemplos que se pueden poner son los colorantes o plastificantes, a los que se les añaden compuestos cuyas moléculas son más pequeñas (por ejemplo, agua, glicerol, urea, etc.). Estos aditivos se intercalan dentro de las cadenas de polímero, y modifican sus propiedades mecánicas.

El contenido del guion propuesto para las prácticas es el siguiente (Tabla 2):

POLIMERIZACIÓN DE CASEÍNA	
Objetivo	Fabricar plástico casero con leche.
Introducción	<p>La leche está formada por proteínas (macromoléculas). Una de las proteínas que contiene es la caseína.</p> <p>En presencia de ácido (vinagre) y a temperatura elevada, las proteínas (caseína) se unen formando pequeñas estructuras en forma de bola (grumos).</p>
Materiales	<p>Leche (200 mL)</p> <p>Vinagre (10 mL)</p> <p>Recipiente resistente al calor</p> <p>Colador</p> <p>Papel de filtro o periódico</p> <p>Cucharilla</p>
Precauciones	Manipular con cuidado los objetos calientes.
Observaciones	
Desarrollo experimental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir la leche en un recipiente y se calienta sin que llegue a hervir. 2. Una vez caliente la leche, retirar de la fuente de calor y añadir el vinagre, removiendo continuamente hasta que aparezcan grumos. 3. Filtrar el contenido con ayuda del colador para separar los grumos. 4. Con los grumos obtenidos, realizar figuras (por ejemplo botones) y colocar sobre el papel durante un par de días para secar.
Cuestiones propuestas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Crees que la caseína es una macromolécula natural o sintética? ¿Por qué? 2. ¿Dónde crees que está presente la macromolécula caseína? 3. ¿A qué te recuerda el producto obtenido tras la polimerización?

Tabla 2. Contenido guion práctica "Polimerización de caseína" (Elaboración propia)

Los alumnos deben llegar a darse cuenta de que cuando la caseína se pone en contacto con un ácido a temperatura elevada, se produce una reacción química, por la cual las proteínas de la leche (caseína) se unen (grumos observados). Cuando estos grumos se separan del líquido se forma una masa moldeable similar a la plastilina (Fig. 21). Y una vez seca, la masa permanece dura y con una forma determinada.



Fig. 21. Obtención de la masa moldeable de caseína (Elaboración propia)

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

Esta actividad práctica se realiza durante una sesión en el laboratorio. En total se destinarán 50 min, que se repartirán en introducir los conceptos teóricos implicados, lectura de la práctica y realización de la misma y análisis, conclusiones y resolución de las cuestiones propuestas.

La metodología utilizada aquí es el aprendizaje basado en la experimentación. El desarrollo de experimentos facilita la adquisición de conocimientos, ya sean nuevos u otros ya estudiados, logrando que el aprendizaje sea más significativo.

COSTES ESTIMADOS

Como en el caso anterior, la utilización de materiales cotidianos permite realizar prácticas a los alumnos para trabajar el método científico, sin la necesidad de grandes inversiones.

Teniendo en cuenta que las prácticas se realizarán en grupos, habrá 10 puestos de trabajo en el laboratorio, se necesitarían así entre 2 y 3 L de leche, que supondrían un gasto aproximado de 3€, además del vinagre utilizado, que sería suficiente con 200 mL. Teniendo en cuenta lo anterior, el coste total de la práctica no superaría los 4€.

5.1.5. EXPERIMENTACIÓN “Plásticos y reciclaje”

Con el objetivo de que los alumnos practiquen el pensamiento crítico acerca del uso de los plásticos, se trabajará con otra experiencia práctica tanto la química asociada como el proceso de fabricación del mismo, como el reciclaje de los mismos.

En la primera práctica se propone el uso de almidón como base para la fabricación de polímeros semisintéticos. Por adición de moléculas que se colocan intercaladas en las cadenas de amilosa y amilopectina, se obtienen materiales con propiedades mecánicas distintas a las del polímero natural.

Los contenidos del guion de prácticas que se proporciona se recogen en la tabla 3.

Como curiosidad a la hora de realizar las prácticas se puede comentar una aplicación del acetato de polivinilo, además de su uso como adhesivo se utiliza para proteger el queso de los hongos y la humedad. Además, también se puede encontrar en las gomas de mascar (chicles), como base de polímero neutro.

En la segunda práctica, se pretende simular un proceso de reciclaje de polímeros a partir de un plástico que todos los alumnos han visto alguna vez, y así entender la importancia del reciclaje.

El plástico utilizado es espuma de poliestireno (EPS), un producto ligero, resistente a la humedad y absorbente de impactos, lo que lo hace idóneo para el sector del embalaje. Además, por sus propiedades como aislante térmico, también es muy utilizado en construcción.

La fabricación de este producto está basada en la alteración del poliestireno, que se compone de largas cadenas de moléculas de estireno. Utilizando pentano como agente expansor, el polímero se calienta y posteriormente se plastifica en moldes que le darán una forma determinada.

Cuando este polímero se combina con acetona, se produce la disolución del mismo. Las moléculas de polímero se separan y se disuelven, produciendo una solución de posibles aplicaciones en la tecnología de reciclado.

El contenido del guion de prácticas que se proporciona se muestra a continuación (Tabla 4).

FABRICACIÓN DE UNA PELOTA SALTARINA	
Objetivo	Fabricar un plástico.
Introducción	<p>El almidón es un polisacárido de reserva presente en los vegetales, formado por unidades de glucosa.</p> <p>La cola blanca es polímero formado por unidades de acetato de vinilo.</p> <p>El bórax (tetraborato de sodio decahidratado) se hidroliza con agua formando ácido bórico e iones hidroxilo.</p>
Materiales	<p>Harina de maíz comercial</p> <p>Cola blanca</p> <p>Borax</p> <p>Cucharilla</p>
Precauciones	Utilizar guantes para el manejo del bórax (irritante).
Observaciones	<p>Variar las cantidades de los materiales para conseguir distintas texturas.</p> <p>Para obtener polímeros coloreado, añadir una gota de colorante alimentario.</p>
Desarrollo experimental	<ol style="list-style-type: none"> 1. En un vaso de precipitados, mezclar 5 mL de agua caliente con una cucharada de bórax, agitando la mezcla con una varilla (añadir colorante si se desea). Eliminar el agua sobrante. 2. En un segundo vaso de precipitados, se vierte una cucharada de cola blanca, una cucharada de maicena y se añade otra de bórax sin remover y se esperan 10 o 15 segundos. 3. Mezclar hasta que sea imposible seguir removiendo 4. Moldear la pelota con las manos hasta que solidifique. 5. Para mejor conservación, guardar en una bolsa de autocierre.
Cuestiones propuestas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué habéis observado cuando se han mezclado el borax y la cola blanca? ¿A qué creéis que se debe? 2. ¿Qué crees que ocurre si se cambian las proporciones de reactivos utilizadas?

Tabla 3. Contenido guion práctica "Fabricación de una pelota saltarina" (Elaboración propia)

DESHACER UN POLÍMERO (POLIESTIRENO EXPANDIDO)	
Objetivo	Iniciar al alumno en el concepto de reciclado de polímeros.
Introducción	La espuma de poliestireno (EPS) es un plástico espumado con aplicaciones en el sector del envase y la construcción principalmente. La acetona (propanona) es un líquido orgánico capaz de disolver el poliestireno.
Materiales	Trozos de corcho blanco (debe llevar las siglas EPS) Recipiente de vidrio Agua Acetona Varilla de vidrio o cucharilla
Precauciones	La acetona es inflamable Utilizar guantes para la experimentación.
Observaciones	Los productos químicos pueden ser dañinos para el medio ambiente, por tanto realiza un uso responsable.
Desarrollo experimental	1. Colocar una cantidad de EPS en un vaso de precipitados. 2. Añadir cantidades de agua entre 5 y 20 mL y remover. 3. Determinar la solubilidad del EPS en agua. 4. Repetir los puntos anteriores, pero utilizando acetona en lugar de agua. 5. Determinar la cantidad mínima necesaria para disolver una cantidad de EPS.
Cuestiones propuestas	1. ¿Por qué creéis que podemos disolver poliestireno con agua y no con acetona? 2. ¿Pensáis que hay relación entre este proceso y el reciclaje de polímeros? 3. ¿Cuáles crees que son los problemas asociados al uso de este material?

Tabla 4. Contenido guion prácticas "Deshacer un polímero" (Elaboración propia)

Algunas de las conclusiones a las que los alumnos deben llegar son, por ejemplo, que la solubilidad del poliestireno en acetona es debido a sus propiedades solventes, y por esto no es soluble en agua. Respecto al reciclado de estos materiales, deben observar que las moléculas de poliestireno permanecen disueltas en la acetona y se pueden extraer para la fabricación de nuevos productos (Fig.22).



Fig. 22. Degradación de PS con acetona (Elaboración propia)

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

Estas dos experiencias prácticas se plantean como TPA, puesto que se desarrollarán en el laboratorio de prácticas. Debido a la simplicidad de las prácticas, ambas se plantean para una única sesión ya que la duración de la realización de las mismas no supera el tiempo de una hora. Al finalizar se les pedirá a los alumnos que realicen un informe de prácticas breve.

La metodología que se emplea en esta actividad es principalmente la asociada al aprendizaje basado en la experimentación, puesto que esta actividad se desarrolla en su totalidad en el laboratorio y pretende trabajar y reflexionar acerca de la fabricación de plásticos y de introducir las posibilidades de reciclaje observando la degradación de plástico en acetona.

EVALUACIÓN

Esta actividad se plantea como trabajo experimental, por lo que su evaluación, junto con la de otras actividades dentro de este apartado supondrá un 20% de la nota.

Para la evaluación se pedirá a los alumnos la redacción de un informe conjunto para ambas prácticas experimentales que contenga todos los apartados de un

documento de este tipo. Esto es, introducción, fundamento teórico, fundamento experimental, y resultados y conclusiones. Además, se valorarán las respuestas de forma razonada a las preguntas planteadas en los guiones de prácticas, y la realización de un fundamento teórico que explique lo observado en práctica.

COSTES ESTIMADOS

Para la actividad práctica de la bola saltarina, se necesitan únicamente tres reactivos. El bórax es un producto que se vende en formato de un kilogramo a un precio aproximado de 6€. La cola blanca se puede encontrar en formato de 500 mL, cuyo producto ronda un precio de aproximado de 5€ aunque varía en función de la marca comercial. Por último, la harina de maíz comercializada presenta un precio de 3€ los 500 gramos. Por tanto, el precio total de los materiales necesarios para la práctica supondría un coste total aproximado de 14€.

En segundo lugar, la práctica relativa al reciclaje de polímeros, únicamente necesitaría de la adquisición de acetona, para lo cual se puede comprar un producto quitaesmaltes en base a este compuesto. El precio de estos productos también varía en función de la marca comercial, pero se estiman unos 2€ como coste total de la práctica.

5.1.6. ACTIVIDAD: “Enfoque social y medioambiental”.

Se trabajarán los contenidos referentes a la problemática medioambiental por el uso de plásticos en la vida cotidiana, contemplada desde el inicio en el proceso de fabricación como al final de la vida útil del objeto. Además, cuando sea posible se hace referencia a las dos prácticas realizadas en la sesión anterior.

La clase comenzará con la visualización de un vídeo. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=hoD3ghHhqq8>.

Posteriormente se comentará lo observado en el vídeo. Se pretende que los alumnos expliquen las causas de la formación de esas islas de basura utilizando sus conocimientos previos. Las preguntas que se pueden plantear son del tipo: ¿Conocías las islas de basura que hay en los océanos? ¿Cuáles creéis que son las causas que hacen que se formen estas islas? ¿Crees que eres responsable en el problema que ha generado la isla?

Se dice a los alumnos que la mayoría de polímeros utilizados se obtienen a partir materias primas agotables. Esto supone, en primer lugar, una dificultad en cuanto a su disponibilidad futura y en segundo lugar un problema para el medio

ambiente ya que la mayoría de los polímeros utilizados hoy en día provienen del petróleo y no se degradan fácilmente. Como ejemplo del problema ambiental que producen los plásticos se puede mencionar el plástico que empaquetar las latas de bebidas y que supone un problema para los animales acuáticos.

A continuación, se presentan datos sobre los residuos plásticos (incluidos en el apartado anterior 3.3. Plástico, sociedad y medio ambiente) y la contaminación asociada en océanos y otras partes del planeta, esto es, superficie de la isla de basura, datos de residuos encontrados en las costas y costes asociados, tipos de plásticos encontrados en el mar, afectaciones que presentan los animales por la presencia de plásticos en sus hábitats. Además, se puede introducir algunos datos sobre biodegradación.

Los alumnos con el trabajo en esta sesión deben identificar causas y responsabilidades de este problema ambiental, las consecuencias que tiene la contaminación por plásticos y los impactos ambientales, sociales y económicos asociados y en último lugar establecer medidas que contribuyan a la solución desde el ámbito personal.

Por último, se visualizará otro video. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vgno3brqnyE>

Finalmente se proponen tres vías evitar posibles efectos no deseados sobre el medio ambiente de los materiales poliméricos (Calvo-Flores & Isac, 2013):

1. Reciclado de materiales fabricados con polímeros, evitando su vertido al medio ambiente mediante transformación en otros objetos.
2. Uso de materias primas renovables en la fabricación de los polímeros frente a las materias primas agotables.
3. Fabricación de polímeros biodegradables.

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

Esta actividad dedicada a la problemática asociada en el uso de plásticos se realizará en una sesión, y se lleva a cabo en el aula.

La metodología aquí presentada es el aprendizaje basado en el contexto, puesto que se presenta a los alumnos el problema medioambiental que existe por contaminación de plásticos en los océanos, y mediante la formulación de preguntas y el cultivo de la curiosidad se pretende que los alumnos desarrollen el pensamiento crítico y la capacidad de debate.

EVALUACIÓN

Las actividades propuestas en esta sesión se evaluarán dentro de las TPA puesto que serán realizadas en su totalidad en la clase y son más de tipo teórico buscando que los alumnos reflexionen acerca del uso de plásticos y cómo afecta esto a la sociedad y medio ambiente.

5.1.7. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: ¿Qué son los bioplásticos? Aplicaciones.

A modo de introducción se presenta a los alumnos los bioplásticos, materiales con las propiedades mecánicas y de fabricación similares a las de los plásticos pero que son biodegradables. Se define un bioplástico como un plástico de origen natural producido por un organismo vivo, y sintetizado a partir de fuentes de energía renovables y con carácter biodegradable (Hermida, 2011).

Posteriormente, se explica brevemente el concepto de biodegradabilidad, y se muestra un modelo (Fig. 23), en el que se representa cómo los microorganismos actúan, al encontrar átomos de oxígeno o nitrógeno en la materia orgánica (o los polímeros en este caso) atacando la estructura y favoreciendo la degradación.

La biodegradación se define como la transformación de las macromoléculas de plástico, mediante la acción de microorganismos, en pequeñas moléculas que forman parte de los ciclos de la naturaleza, esto es, agua y dióxido de carbono (más metano en caso de que la biodegradación se lleve a cabo en un medio anaeróbico) (Hermida, 2011).

Los alumnos realizarán un trabajo de investigación en el que se responda de forma resumida a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué crees que son los bioplásticos?
- ¿Cuáles crees que son las aplicaciones de los bioplásticos?

Además, elegirán un ejemplo de bioplástico y de él buscarán algunos datos de interés como sus propiedades y aplicaciones, información sobre su biodegradabilidad y alguna problemática asociada a ese bioplástico.

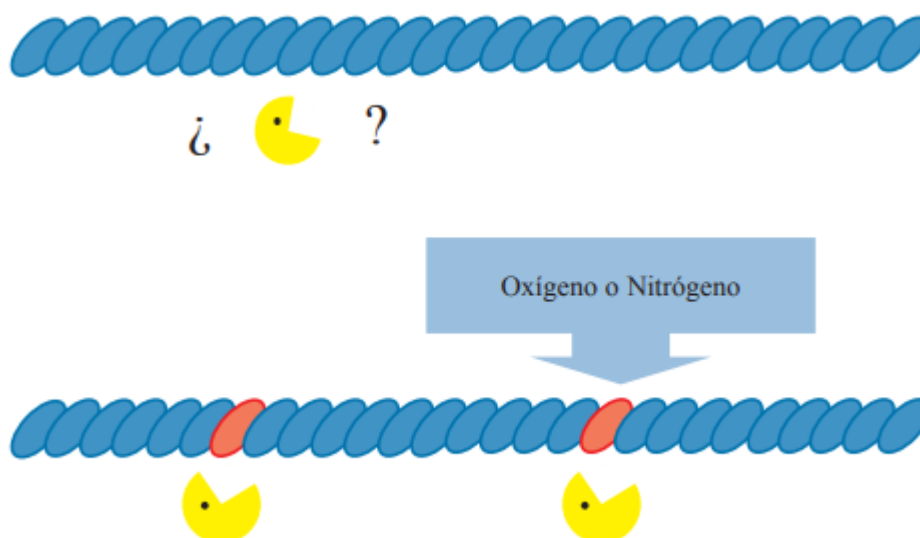


Fig. 23. Modelo de polímeros biodegradables y no biodegradables (Calvo-Flores & Isac, 2013)

SECUENCIACIÓN Y METODOLOGÍA

La realización de esta actividad se llevará a cabo en dos sesiones, utilizando la primera sesión para la realización del trabajo y la segunda para que cada grupo exponga el trabajo realizado.

Para la primera sesión se utilizará el aula de informática, de forma que los alumnos hagan uso de las TIC. La segunda sesión se realizará en un aula convencional que disponga de sistema de proyección para la realización de las presentaciones de los trabajos grupales.

La metodología principal en este caso es la relacionada con el aprendizaje basado en la indagación. En relación a la falta de biodegradabilidad de los plásticos convencionales y en consecuencia el problema medioambiental actual, se despierta el interés por conocer a los alumnos sobre los nuevos biomateriales. Los alumnos estudian y analizan el tema y buscan explicaciones por sí mismos, de igual manera en la que trabajan los científicos.

EVALUACIÓN

Para la evaluación de este trabajo de investigación se pedirá la entrega del trabajo realizado, el cual será calificado. Aquí se quiere tener en cuenta no solo la adquisición de contenidos teóricos de la materia, sino que también se quiere dar valor a por ejemplo el trabajo en grupo o la exposición oral de contenidos científicos.

Esta actividad se considera dentro del apartado de Trabajo experimental y de investigación, y junto a otras actividades, constituyen el 20% de la calificación final.

6. CONCLUSIONES

En este Trabajo Fin de Máster se ha mostrado como el aprendizaje vivencial puede ser de utilidad para conectar los contenidos curriculares de la asignatura de Química de segundo de bachillerato con los elementos que se encuentran alrededor de la vida de los estudiantes, para motivar a los alumnos, así como para promover la formación de ciudadanos que den valor a la actividad científica.

La utilización de las diferentes metodologías aplicadas a las actividades propuestas en torno al tema central de este TFG (los plásticos, materiales poliméricos y su fabricación, aplicaciones e impacto medioambiental), conduce al desarrollo de las competencias básicas del alumno y pone en valor a la investigación científica para el desarrollo futuro de la sociedad y a la sostenibilidad.

Se confía en que la propuesta satisfaga los objetivos planteados, consiguiendo que los alumnos interioricen los conceptos de macromolécula, polímeros, las diferentes clasificaciones y aplicaciones, además de despertarles hacia una problemática social y medioambiental del uso de los plásticos.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akella, D. (2010). Learning together: Kolb's experiential theory and its application. *Journal of Management and Organization*, 16(1), 100-112. <http://dx.doi.org/10.5172/jmo.16.1.100>.

Antolín-Morales et al., (2014). 75 Experimentos en aula. Secciones bilingües de Eslovaquia. I Física y matemáticas; II Química y biología. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ISBN: 978-80-89137-89-3. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/75-experimentos-en-aula-secciones-bilinges-de-eslovaquia-i-fisica-y-matematicas-ii-quimica-y-biologia/ensenanza-lengua-espanola/20249>.

Blaser M., Feit H.A., McRae G. (2004). In the way of development: Indigenous peoples, life projects and globalization. Ottawa: International Development Research Centre. <https://www.idrc.ca/es/node/11041>.

Burmeister, M., & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 93-102. <https://doi.org/10.1039/C1RP90067F>.

Calvo-Flores, F. G., & Isac, J., (2013). Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato. *An. Quím.* 2013, 109(1), 38-44. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/81>.

Carvalho, A. M. P. de. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 18(3), 765-794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

Cascarosa-Salillas, E., Pozuelo-Muñoz, J., Calvo-Zueco, M. E., (2022). ¿Plásticos sí o plásticos no? Trabajando prácticas científicas con estudiantes de bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 19, núm. 1, pp. 150201-150221. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1502.

Castillo-Reina, J., Rivero-Aranda, R. E., Ramirez-Angulo, J., (2016). Aprendizaje vivencial y su conexión a un entorno social: de la práctica a la realidad. ANFEI Digital. ISSN: 2395-9878, nº5. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/294>.

Cruz-Alvarado, M. A., Sandí-Delgado, J. C., Viquez-Barrantes, I. G., (2017). Diseño de situaciones educativas innovadoras como estrategia didáctica para

fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. ISSN-e 2224-2643, Vol. 8, Nº. 2 (, págs. 99-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6632895>.

De Haan, G. (2006). The BLK '21' programme in Germany: a 'Gestaltungskompetenz'-based model for education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 12, 19-32. <http://dx.doi.org/10.1080/13504620500526362>.

EduTrends., (2015). *Aprendizaje Basado en Retos*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edutrendsabr>.

Eilks, I., Sjöström, J., Hofstein, A., (2017). Relevant Chemistry Education for Sustainability. Extended version of Eilks, I. & Hofstein, A., (2014). Combainig the question of the relevance of science education with the idea of education for sustainable development In I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (eds.), *Science eduaction research and education for sustainable development* (pp. 3-14). <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5>.

Febrianto, Wiyarsi, A., Partana, C. F., Sulisty, B., (2019). Chemistry in context: The development of hydrocarbon chemistry and petroleum module based on vehicle case. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1156 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012021>.

Ferreira, D. M., Sentanin, F. C., Parra, K. N., Bonini, V. M. N., de Castro, M., and Kasseboehmer, A. C., (2022). 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. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00287>.

Ghulam, S. P. & Nyberg, N., (2016). Chemical and physical changes and their effect on our environment. *Chemistry Teacher Education Unit, University of Helsinki*. https://www2.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/chemical_and_physical_changes.pdf.

Ginzburg, A. L., Check, C. E., Hovekamp, D.P., Sillin, A. N., Brett, J., Eshelman, H., Hutchison, J.E: (2019). *Experiential Learning To Promote Systems Thinking in Chemistry: Evaluating and Designing Sustainable Products in a Polymer Immersion Lab*; *J. Chem. Educ.*, 96, 2863–2871. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00336>.

Hermida (2011). *Polímeros. Materiales y materias primas*. Colección encuentro Inet. Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf.

Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, (2011). High-School Students' Attitudes toward and Interest in Learning Chemistry. *Educ. quím.*, 22(2), 90-102. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30121-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30121-6).

Holbrook, J., & Rannikmäe, M, (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy, *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00513329/document>.

Jaén, M., Esteve, P., Banos-González, I. (2019) Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1501. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1501>.

López Torres, E. & Velasco Sanz, A. M., (2017), Aprender viviendo el entorno. *Tabanque*, 30: p. 35-52. ISSN: 0214-7742. <https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.35-52>.

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, *Boletín Oficial de Castilla y León*, nº 86, 8 de mayo de 2015, pp. 32481–32981.

Pérez-Cajas, L. L., (2018). Aprendizaje basado en retos, una construcción integral de conocimiento en un curso de tecnología. *Proceedings of the Digital World Learning Conference* CIEV. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/776>.

Schwartz, A. T., (2006) Contextualized Chemistry Education: The American experience, *International Journal of Science Education*, 28:9, 977-998. <https://doi.org/10.1080/09500690600702488>.

Vargas-Sánchez, D. L., (2021). El aprendizaje basado en retos: Una estrategia para dinamizar las clases de química en tiempos de pandemia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 788–793. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15194>.

Velasco Sanz, A. M., (2017) Monográfico “Aprender viviendo la ciencia”. *Tabanque*, 30: p.29-34. ISSN: 0214-7742. <https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.29-34>.

7.2. RECURSOS ELECTRÓNICOS CONSULTADOS

ABC, (2022). https://www.abc.es/espana/catalunya/abci-adulto-engulle-unos-8100-microplasticos-media-traves-moluscos-202206291252_noticia.html.

Estudia en línea, (2022). <https://laedu.digital/2022/03/11/importancia-de-las-macromoleculas-naturales-y-sinteticas/>.

EuropaPress, (2022), <https://www.europapress.es/ciencia/habitat/noticia-solo-cabe-reducir-produccion-atajar-contaminacion-plastico-20220429111832.html>

Gobierno de Canarias, (2022).

<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2020/05/13/normas-de-seguridad-e-higiene-en-el-laboratorio/>.


Iberdrola, (2022). <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/como-llega-el-plastico-al-mar>.

Mindomo, (2022). <https://www.mindomo.com/es/mindmap/polimeros-53f81119509449a6838bdcd7a72bdb0e>.


Statista, (2021). <https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/>.

8. ANEXOS

ANEXO I: NORMAS DE LABORATORIO (Gobierno de Canarias, 2022)




Normas de seguridad e higiene en el laboratorio



1

MANTÉN EL ESPACIO LIBRE DE OBSTÁCULOS


Las salidas y entradas del laboratorio deben mantenerse libres de obstáculos.



2

USA ADECUADAMENTE LOS INSTRUMENTOS


El uso inadecuado de los instrumentos provoca riesgos. Por ejemplo, pipetear con la boca para coger muestras es muy peligroso, ya que puedes intoxicarte al ingerir alguna sustancia nociva.



3

UTILIZA LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN


Debes ponerte guantes y gafas de seguridad cuando manipules productos tóxicos o cáusticos.



4

LLEVA LA VESTIMENTA ADECUADA


En el laboratorio debes usar bata. Es una barrera que te protege cuando tratas con sustancias químicas o biológicas.



5

PRESTA ATENCIÓN CUANDO GUARDES O COJAS OBJETOS


¡En el laboratorio cada cosa tiene su sitio! Guarda los objetos y no los sitúes en los límites de una superficie, para evitar que se caigan. Si necesitas coger algo de una superficie alta usa escalones, escaleras o taburetes.



6

MANTÉN EL ORDEN


Guarda tus objetos personales en el lugar adecuado para que no interfieran en el trabajo.



7

RECOGE TU CABELLO


Ata el pelo para evitar que te dificulte la vista, se enganche o contamines alguna muestra.



8

TEN CUIDADO AL MANIPULAR LÍQUIDOS


Evita derrames y ayúdate de una superficie para apoyar los contenedores e impedir que caigan sobre tu cuerpo.



9

TEN CUIDADO AL CALENTAR SUSTANCIAS


No dejes llamas vivas sin vigilancia y reduce al máximo su utilización en el laboratorio.



10

VIGILA LOS GRIFOS


No dejes grifos abiertos. Hazlo por el medio ambiente y para evitar inundaciones.



11

MANTÉN EL SUELO SECO

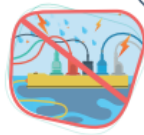
De este modo evitarás caídas por resbalar.



12

TEN CUIDADO CON LOS APARATOS ELÉCTRICOS

No dejes aparatos eléctricos o enchufes cerca de líquidos ni los utilices con las manos mojadas, podrías electrocutarte.



© Gobierno de Canarias 2020.

57

ANEXO II: RESUMEN DEL ARTÍCULO “Un adulto engulle unos 8.100 microplásticos de media al año a través de moluscos”

Las ostras y los mejillones son los que más fibras y fragmentos concentran, según un estudio de la Universidad Rovira y Virgili

La población adulta engulle unos 8.100 microplásticos de media al año a través de los moluscos. Así lo concluye un estudio hecho por el grupo de investigación del Centro de Tecnología Ambiental Alimentaria y Toxicológica (TecnAtox) de la Universidad Rovira i Virgili (URV), que destaca que las ostras y los mejillones son los que más fragmentos de este tipo concentran, principalmente fibras.

Los microplásticos son fracciones de materiales poliméricos sintéticos, de entre 0,02 y 5 milímetros, a veces imperceptibles para los ojos y muy presentes en el medio ambiente, y principalmente en el mar. Precisamente por su diminuto tamaño, son engullidos por animales con estrategias de alimentación de filtración activa, como muchos moluscos que viven pegados a las rocas o semienterrado entre sedimentos y se esconden en sus intestinos, de manera que es difícil detectarlos cuando los comensales se los tragan.

Ahora los investigadores han detectado 1.460 microplásticos en 2.300 moluscos crecidos y recolectados por cofradías de la costa catalana y de aquí han extrapolado que el consumo medio anual de microplásticos por la población adulta es de unos 8.100, según explica la universidad tarraconense en un comunicado. Los más aficionados a estos manjares pueden llegar a engullir 19.400 microplásticos al año.

"Queríamos ver qué pasaba con los organismos que viven aquí. Sabemos que el plástico se va degradando y que se acumula en el mar durante cientos y cientos de años", explica a ABC Joaquim Rovira, uno de los investigadores del estudio, que defiende que la prohibición de plásticos de un solo uso puede ser positiva para frenar su presencia en los mares, "aunque hay que ver sus efectos porque la contaminación del plástico es como un tren, que si va a toda máquina podrás frenarlo pero por la inercia seguirá en marcha", reflexiona.

Ostras y mejillones, la mayor concentración

En concreto, se han analizado mejillones, ostras, caracoles marinos, berberechos, navajas y coquinas encontrados entre el Golfo de Rosas (Gerona) y el Delta del Ebro (Tarragona) y se ha mirado al detalle la concentración, morfología y composición de sus microplásticos. Entre ellos, las ostras y los mejillones presentan la mayor concentración por muestra, con niveles de 23 y 19 microplásticos por individuo. Por el contrario, el resto de moluscos analizados tienen unos niveles de 0,5, 5, 10 y 10 microplásticos por muestra de media.

En cuanto a morfología, los microplásticos presentaban mayoritariamente forma de fibras (sobre todo de poliéster y de celulosa sintética, ambos tipos procedentes de la ropa) y en menor medida fragmentos y films. Además, se encontraron dos pellets (esferas que son la materia prima para realizar los objetos de plásticos) de polietileno de más de 1 milímetro en dos muestras de mejillones.

Los investigadores recuerdan que «todavía falta estudiar más» sobre los efectos sobre la salud de los microplásticos, porque hace solo una década que se están estudiando como contaminantes. De hecho, a día de hoy existen pocas publicaciones sobre sus efectos en salud, que indican que pueden estar relacionados con enfermedades inflamatorias

intestinales. Además, estos fragmentos contienen sustancias químicas y metales y aditivos que pueden ser cancerígenos o disruptivos y que pueden provocar enfermedades del metabolismo como la diabetes o la obesidad, recuerda Rovira.

