



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Empleo del conflicto cognitivo y
metodología expositiva para la
unidad didáctica de materiales
poliméricos en 2º de Bachillerato

Presentado por: MÓNICA COBOS ZAMARREÑO

Tipo de trabajo: Propuesta de intervención

Director/a: FELIPE YUNTA MEZQUITA

Ciudad: San Sebastián

Fecha: 6 de Junio de 2019

RESUMEN

Las demandas conceptuales que presenta el aprendizaje de la Química han provocado que tradicionalmente se conciba como un proceso de transmisión de hechos, aumentando la dificultad en el aprendizaje. El estudio de los materiales poliméricos ha tomado especial relevancia en la sociedad actual, no sólo por sus ventajas tecnológicas y económicas sino también por el impacto que generan en el medioambiente. Sin embargo, a pesar de su importancia en la vida cotidiana y de los posibles preconceptos erróneos que generan en los estudiantes, el tiempo dedicado a este tema en los centros educativos es insuficiente.

Ante esta situación, el presente trabajo propone utilizar las metodologías de aprendizaje de conflicto cognitivo y enseñanza expositiva como recursos didácticos para diseñar la unidad didáctica de los materiales poliméricos para estudiantes de 2º de Bachillerato. Teniendo como meta el aprendizaje significativo y competencial de los estudiantes, se han diseñado 12 actividades donde se sondean las ideas preexistentes de los alumnos sobre los polímeros, se generan conflictos cognitivos para lograr que los estudiantes vean que el modelo expuesto en clase es más explicativo, y se desarrollan las competencias transversales y específicas para que los alumnos puedan enfrentarse a situaciones de la vida real tanto en la sociedad actual como en la futura. Asimismo, se han diseñado las rúbricas correspondientes para poder evaluar la adquisición competencial e interés de los estudiantes, así como la consecución de los objetivos conceptuales de la unidad en estudio.

Por último, el trabajo concluye que, a través del desarrollo de la unidad propuesta, se fomenta el interés del estudiante en la Química y se obtiene un aprendizaje significativo con la adquisición de una serie de competencias que le permitirán conocer mejor el mundo que les rodea y actuar de manera crítica y responsable en sociedad.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, polímeros, plástico, aprendizaje basado en competencias, enfoque CTS.

ABSTRACT

The conceptual demands presented by the teaching of Chemistry have caused it to be traditionally conceived as a process of transmission of facts, which increases the difficulty in learning. The study of polymeric materials has taken on special relevance in today's society, not only because of their technological and economic advantages, but also because of the impact they generate on the environment. However, despite their importance in everyday life and the possible misconceptions they generate in students, the time devoted to this subject in schools is insufficient.

In view of this situation, this Master's degree thesis proposes the implementation of cognitive conflict and expository teaching by means of a didactic unit dedicated to the study of polymeric materials for students in the 2nd year of High School. Having as a goal the significant and competence-based learning of the students, 12 activities have been designed where the pre-existing ideas of the students about polymers are explored, cognitive conflicts are generated to make the students realize that the model exposed in class is more explanatory, and also the transversal and specific competences are developed so that the students can face real life situations both in the current and future society. Likewise, the corresponding rubrics have been designed to be able to evaluate the acquisition of competences and interest of the students, as well as the attainment of the conceptual objectives of the unit under study.

Finally, the work concludes that, through the development of the proposed unit, the student's interest in Chemistry is promoted and significant learning is obtained as well as the acquisition of competences that will allow them to better know the world around them and act as a critical and responsible member of society.

Keywords: Significant learning, polymers, plastic, competency-based learning, STS approach.

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	IV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Física y Química en la Educación Secundaria.....	6
2.1.1. Física y Química en la Comunidad Autónoma del País Vasco.....	7
2.1.2. Contribución de la Química a la adquisición de Competencias.....	10
2.2. Aprendizaje significativo	13
2.3. Partiendo del enfoque CTS: Enseñanza tradicional vs. Enseñanza por conflicto cognitivo.....	15
2.4. Enseñanza expositiva	19
2.5. Situación actual de la enseñanza de los materiales poliméricos en Bachillerato.....	20
2.6. Impacto social y medioambiental de la gestión de residuos como base para el estudio de los polímeros.	22
3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	25
3.1. Descripción general de la unidad didáctica.....	26
3.2. Marco legislativo y destinatarios.....	26
3.3. Objetivos didácticos.....	27
3.4. Objetivos de contenido e indicadores de logro.....	28
3.5. Competencias a desarrollar	30
3.6. Contenidos de la unidad didáctica	34
3.7. Metodología.....	34
3.8. Temporalización	36
3.9. Actividades	37
3.10. Recursos	55
3.11. Evaluación	55
3.11.1. Evaluación del alumno.....	55
3.11.2. Evaluación de la unidad didáctica y del docente	63
4. CONCLUSIONES:	64
5. LIMITACIONES Y PROSPETIVA	65
6. REFERENCIAS	68
7. ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1. Los bloques de contenidos establecidos por la LOMCE para la materia de Física y Química, así como la de Química.	Pág. 7
Tabla 2. Los bloques de contenidos establecidos por el plan Heziberri 2020 para la materia de Física y Química y para la de Química.	Pág. 9
Tabla 3. Objetivos de contenido e indicadores de logro	Pág. 28
Tabla 4. Contenidos conceptuales de la unidad didáctica.....	Pág. 34
Tabla 5. Distribución temporal de las actividades.....	Pág. 36
Tabla 6. Rúbrica para evaluar el interés o actitud.....	Pág. 57
Tabla 7. Rúbrica para evaluar el porfolio.....	Pág. 58
Tabla 8. Rúbrica para evaluar el debate.	Pág. 59
Tabla 9. Rúbrica para evaluar la presentación grupal.....	Pág. 60
Tabla 10. Rúbrica para evaluar el informe de laboratorio.....	Pág. 61
Tabla 11. Rúbrica para la evaluación de la estructura conceptual.....	Pág. 62
Tabla 12. Criterios de calificación.....	Pág. 63
Tabla 13. Evaluación para cada actividad planteada.....	Pág. 63

Figuras

Figura 1. Secuencias de instrucción para el cambio conceptual.	Pág. 18
Figura 2. Pasos de la enseñanza expositiva.	Pág. 20
Figura 3. Ciclo de vida de los materiales poliméricos.	Pág. 23
Figura 4. Clasificación de los polímeros.....	Pág. 43
Figura 5. Mapa conceptual ilustrativo.	Pág. 51

Anexo I

Tabla 1.1. Anotaciones a realizar con el video.....	Pág. 74
Tabla 1.2. Cronología del desarrollo de los polímeros.	Pág. 76
Tabla 1.3. Tarea a realizar en la actividad 5 de la unidad.....	Pág. 79
Tabla 1.4. Resolución de la actividad 5.....	Pág. 80
Figura 1.1. Infografía de los polímeros con sus descubridores.	Pág. 76

Anexo II

Tabla 2.1. Cuestionario para conocer la opinión de los alumnos.....	Pág. 84
--	----------------

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La materia de Física y Química es definida comúnmente por los alumnos como aburrida además de compleja y excesivamente teórica, lo cual resulta en una asignatura menos atractiva que otras como Educación Física, Tecnología, Educación Plástica, Inglés, Matemáticas o Ciencias Sociales (Solbes, Montserrat, & Más, 2007; Solbes, 2011). Esto guarda relación con la baja motivación que presentan los alumnos debido a que gran parte de los docentes enseñan los distintos contenidos empleando la misma metodología tradicional con la que ellos fueron instruidos y mediante la cual se favorece el aprendizaje memorístico. En consecuencia, el alumno, por una parte, no participa activamente en su aprendizaje llegando a desmotivarse, y por otra parte, se impide la acomodación de los distintos conocimientos o aprendizaje significativo para su posterior aplicación en situaciones de la vida cotidiana (Coca, 2015). Con este modelo de enseñanza todo queda reducido a valorar el aprendizaje como un mero proceso de adquisición de información, en lugar de enseñar a los alumnos a elaborar estrategias de resolución de problemas coherentes con la metodología científica y a concebir el aprendizaje como un proceso de desarrollo de competencias (Campanario & Otero, 2000).

Sin embargo, la creación de conocimiento y los avances tecnológicos se suceden a tal ritmo en la sociedad actual que los estudiantes se ven obligados a renovar continuamente sus conocimientos, requiriendo de otra metodología de aprendizaje que les permita procesar esa gran cantidad de datos para evitar la saturación de su capacidad de aprendizaje. En este contexto, es necesario aprender a aprender para la obtención de un aprendizaje permanente, permitiendo que los estudiantes desarrollen capacidades para buscar, seleccionar e interpretar la información y resolver problemas de aprendizaje de manera estratégica y autónoma (Del Mastro, 2000). Frente a este escenario, las tendencias actuales de la educación y los centros educativos, a demanda legislativa, han optado progresivamente por el empleo de metodologías constructivistas haciendo que el propio alumno forme parte activa del proceso de aprendizaje construyendo sus propios procedimientos para resolver los problemas planteados, los cuales suelen estar enfocados al mundo real en el que el estudiante se desarrollará en su futuro.

Una herramienta útil para promover la alfabetización científica y el aprendizaje procedimental son los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) cuyo objeto de estudio sería comprender el fenómeno científico-tecnológico en su contexto social, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes, como de sus consecuencias sociales y ambientales. La ventaja de estos enfoques residiría, por tanto, en que no se

limitan únicamente a un conocimiento académico, sino que también se aplicarían esos conocimientos a la realidad social, capacitando a todas las personas para poder tomar democráticamente decisiones responsables en cuestiones controvertidas relacionadas con la calidad de las condiciones de vida en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia y tecnología (Acevedo-Díaz, 1997). Además, su aplicación en la educación fomentaría la motivación de los estudios en ciencia, pues destaca el valor de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana, del mismo modo que se suscita el pensamiento crítico (Ochoa de Toledo, 2015).

No obstante, la implantación de estos enfoques CTS en secundaria presenta varios obstáculos como pueden ser la propia naturaleza interdisciplinar de los temas CTS que dificulta el consenso entre los especialistas para tomar decisiones curriculares y didácticas sobre la enseñanza de los temas CTS, la insuficiente formación del profesorado en los temas CTS, que está más relacionado con las dificultades generales de los docentes para implantar cualquier innovación que con la propia naturaleza de los temas CTS, y en el caso de Bachillerato, otro obstáculo lo supondría la dificultad para conciliar estas estrategias con los contenidos y problemas tipo encontrados en la Evaluación para el Acceso a la Universidad (EvAU) (Vazquez, Acevedo-Díaz, Manassero Mas, & Acevedo Romero, 2006).

En el informe PISA del 2015 (OCDE, 2016) se sostenía que la metodología con la que se imparten las ciencias guarda un vínculo muy estrecho con los resultados que obtienen los estudiantes e incidía en la importancia de que los profesores plantearan retos y fueran innovadores, combinando prácticas educativas que permitan dar respuesta a las demandas de la sociedad moderna.

De este modo, una metodología que sirve como base de un aprendizaje permanente y que se podría combinar con enfoques CTS, es el **conflicto cognitivo** donde se parte de las concepciones alternativas ya existentes en el alumno para confrontarlas mediante situaciones conflictivas, logrando que el propio alumno tome conciencia de las limitaciones de sus ideas y elija sustituir su conocimiento cotidiano por conocimiento científico. Asimismo, la **metodología expositiva** podría ser un apoyo añadido, pues el docente podría partir de esta reestructuración conceptual para guiar al alumno hacia la asimilación de la nueva información y hacia el aprendizaje significativo de la ciencia (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

Para ello, el presente trabajo se centrará en el diseño de la unidad didáctica de polímeros mediante el uso de la metodología de aprendizaje del conflicto cognitivo y la metodología expositiva, alcanzando un aprendizaje significativo con el fin de que el alumno establezca relaciones entre el aprendizaje formal y el aprendizaje cotidiano.

1.2. Justificación

Tanto la Física como la Química han aportado numerosos beneficios sociales y avances tecnológicos a la sociedad moderna (Annan, 2003). Actualmente en los centros educativos podemos encontrar numerosos y variados entornos con diferentes tipos de recursos educativos, así como metodologías muy diversas que van desde la clase más expositiva y tradicional al aprendizaje cooperativo, el uso de TIC, proyectos transversales y contextualizados, etc (Martin, Pinto, & Martín, 2016). Por ello, las últimas reformas del sistema educativo, especialmente en la Educación Secundaria Obligatoria, en lugar de centrarse en los contenidos disciplinares, han priorizado la comprensión de la naturaleza científica, las aplicaciones prácticas y responsables de la ciencia y su influencia en la sociedad evitando que se convierta en una asignatura desconectada de la vida cotidiana y resaltando sus aspectos más prácticos (Caamaño, 2001).

La ciencia de los materiales se puede destacar como una de las áreas de la Química con más repercusión económica y social de las últimas décadas (Serrano-Aroca & Solaz-Portolés, 2014). El desarrollo de materiales avanzados ha facilitado la optimización de aplicaciones ya existentes además del desarrollo de nuevas tecnologías como implantes, bioingeniería de tejidos o estructuras basadas en fibras de carbono (Breuer & Sundararaj, 2004). Concretamente, la llegada de los polímeros ha transformado completamente nuestra sociedad, sustituyendo materiales tradicionales como la madera y los metales, y estando presente en casi todos los aspectos de la vida cotidiana (Serrano-Aroca & Solaz-Portolés, 2014). Actualmente, la sociedad no se puede imaginar sin polímeros. La producción de estos materiales, conocidos en ambiente cotidiano como plásticos (polímeros lineales, con capacidad de fluir y por lo tanto, de ser moldeados y/o reciclados) ha aumentado radicalmente en los últimos 60 años, de alrededor de 0,5 millones de toneladas en 1950 a más de 8,3 mil millones de toneladas en 2015 (Lusher, Hollman, & Mendoza-Hill, 2017). Sin embargo, tan solo un 9% del plástico total producido ha acabado reciclándose, el 12% incinerado y el 79% restante en vertederos o en el medio ambiente (Geyer, Jambeck, & Law, 2017). En consecuencia, las preocupaciones sobre su uso y eliminación son varias e incluirían la acumulación de residuos en los vertederos y hábitats naturales, los problemas físicos para la vida silvestre resultantes de la ingestión o enredos con plásticos y la liberación de productos químicos presentes en los plásticos con su correspondiente transferencia a la vida silvestre y a los seres humanos. Además, dada la disminución de las reservas de combustibles fósiles y la capacidad finita para la eliminación de residuos en vertederos, este uso lineal de hidrocarburos, no es sostenible (Thompson, Moore, vom Saal, & Swan, 2009).

Dado su impacto social, es indiscutible que la alfabetización científica debe discurrir sobre una apropiada formación general de los ciudadanos en el campo de la Química y concretamente en aspectos relacionados con los materiales poliméricos y su relación con la situación medioambiental. Estos conocimientos, en la actual legislación estatal se encuentran repartidos en varios bloques de diferentes asignaturas, como Física y Química, Tecnología o Cultura Científica. En el caso de segundo de Bachillerato, estos contenidos se recogen en el Bloque 4, síntesis orgánica y nuevos materiales, dentro de la asignatura de Química. Sin embargo, a pesar de su importancia y sus enormes aplicaciones prácticas, desde que se implantó el estudio de los materiales en la Educación Secundaria Obligatoria en 1992, la integración de este contenido en el currículo de Ciencias de la naturaleza fue escasa (Caamaño, 2009) y, a pesar de que actualmente sí tiene presencia, aún muchos centros educativos no lo materializan en el aula continuando con la metodología expositiva tradicional (Martin et al., 2016). En consecuencia, el nivel de conocimientos acerca de materiales poliméricos dista de ser el adecuado tanto durante la ESO como en el Bachillerato científico (Serrano-Aroca & Solaz-Portolés, 2014). Así, el tratamiento de los polímeros suele ser superficial, sin apenas conexión con elementos o situaciones de la vida cotidiana y sin partir de las concepciones de los alumnos. Es por ello que se pretende utilizar la metodología del conflicto cognitivo como vehículo para generar un verdadero aprendizaje significativo acerca de los polímeros, y particularmente, su relación con el desarrollo social y sus riesgos o consecuencias medioambientales.

De este modo, el presente trabajo de Fin de Máster propone una intervención didáctica para una unidad de polímeros de Química de 2º de bachillerato. La elección de este trabajo se basa en que los estudiantes no son actores pasivos en el proceso de aprendizaje. El profesor de ciencias debe contar con que sus alumnos ya poseen un conocimiento cotidiano alternativo el cual será reestructurado empleando el conflicto cognitivo llevando al alumno a un nuevo conocimiento más amplio y ajustado al método científico. Además, este conocimiento formal servirá de base para poder aplicar una metodología expositiva que culmine en un aprendizaje significativo que permita formar nuevos ciudadanos capaces de opinar y participar en temas y problemas científicos futuros.

1.3. Objetivos

El presente trabajo tiene como **objetivo principal** diseñar la unidad didáctica de materiales poliméricos para segundo de Bachillerato mediante el uso de la metodología de conflicto cognitivo y metodología expositiva.

A partir de este objetivo general se plantean los siguientes **objetivos secundarios**:

- Mejorar el aprendizaje significativo de los alumnos a través de las metodologías señaladas, donde el punto de partida son las ideas previas, bien sean conocimientos formales o concepciones erróneas, con las que suscitar un conflicto cognitivo que les lleve a la formación de una estructura sólida de conocimiento entorno a los conceptos, lo que les permitirá seguir adquiriendo nuevos conocimientos.
- Diseñar actividades que susciten mayor interés por los contenidos abordados y por la ciencia en general en los estudiantes.
- Emplear la gestión de los residuos como medio para desarrollar los contenidos de la unidad.
- Concienciar a los estudiantes sobre el impacto medioambiental de una adecuada gestión de los residuos y sobre la relevancia que tiene el conocimiento de la química en el proceso.
- Diseñar actividades a partir de procesos de la vida cotidiana que permitan desarrollar competencias como la aplicación del «método científico».
- Plantear un sistema de evaluación de la unidad didáctica en donde se identifique el nivel de logro de los objetivos de contenido y objetivos competenciales mediante el diseño de rúbricas.

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado del trabajo se desarrolla el soporte conceptual de la propuesta de intervención que se plantea. En primer lugar, se realiza un breve análisis de la asignatura de Física y Química en la educación secundaria obligatorio y bachillerato, concretándose posteriormente como se establece en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Después, se describen los aspectos fundamentales del aprendizaje significativo y de las metodologías a destacar, el conflicto cognitivo y la metodología expositiva. En el siguiente apartado se sitúa la enseñanza de la ciencia de los materiales en la legislación educativa vigente. Por último, se describe el impacto social y medioambiental de la gestión de residuos como base para el estudio de los polímeros.

2.1. Física y Química en la Educación Secundaria.

En la educación secundaria, tanto en los dos ciclos de la etapa de ESO como en el primer curso de bachillerato, la materia de Física y Química se clasifica como asignatura troncal, por lo que su descriptivo es determinado por el gobierno central, y las administraciones educativas de cada comunidad autónoma lo perfilan. De acuerdo con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013) y el Real Decreto (1105/2014) donde se regula el currículo básico para la Educación Secundaria obligatoria y Bachillerato, en el primer ciclo de la ESO (comprendido entre 1º - 3º curso), los conocimientos sobre las Ciencias de la Naturaleza logrados en la etapa de Educación Primaria se han de afianzar y ampliar en la asignatura de Física y Química. Además, se señala un enfoque fenomenológico, con el que los conceptos a enseñar se han de conectar con aquello con lo que el alumno está familiarizado y conoce. El objetivo principal de esta asignatura, en este ciclo, es el de contribuir al desarrollo de una cultura científica básica (Real Decreto 1105/2014). Por el contrario, en el segundo ciclo de ESO (4º curso) y en 1º de Bachillerato (modalidad de ciencias) esta asignatura está enfocada a proporcionar al alumno capacidades específicas asociadas a esta disciplina, por lo que pasa a ser una materia de carácter formal, siendo en 1º de Bachillerato una asignatura con un enfoque más académico.

En cuanto a 2º de Bachillerato, de acuerdo con la legislación vigente, la asignatura de Física y Química no aparece como tal, sino que se divide en dos asignaturas troncales diferenciadas, por un lado, Física y por el otro, Química. En este curso, la materia de Química tiene como objetivo principal ampliar la formación científica de los estudiantes y proporcionarles las herramientas necesarias para que comprendan el mundo que les rodea, los avances científicos y tecnológicos, además de que establezcan la relación de esta asignatura con otros campos del conocimiento

(Real Decreto 1105/2014). Por ello, a fin de facilitar la vinculación con lo que ocurre en el entorno social, se considera esencial que los contenidos estén contextualizados, además de conectados con otras disciplinas. Esta materia contribuye a que los alumnos puedan valorar críticamente las implicaciones sociales que manifiestan los avances científicos.

En los niveles descritos en este apartado, tanto en la asignatura de Física y Química, como en la asignatura de Química, se describe un primer bloque de contenidos común para todos, “La Actividad Científica”. Este bloque tiene como objetivo desarrollar las cualidades esenciales del trabajo científico, como la observación, elaboración de hipótesis, experimentación, interpretación de resultados, etc. Los contenidos de este bloque se trabajan de forma transversal a lo largo del curso, donde el trabajo experimental es clave. El resto de bloques se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Los bloques de contenidos establecidos por la LOMCE para la materia de Física y Química, así como la de Química.

LOMCE	Física y Química 2º, 3º y 4º curso	Física y Química 1º de Bachillerato	Química 2º de Bachillerato
Bloque 1	La actividad científica	La actividad científica	La actividad científica
Bloque 2	La materia	Aspectos cualitativos de la Química	Origen y evolución de los componentes del Universo
Bloque 3	Los cambios	Reacciones Químicas	Reacciones químicas
Bloque 4	El movimiento y las fuerzas	Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas	Síntesis orgánica y nuevos materiales
Bloque 5	Energía	Química del carbono	
Bloque 6		Cinemática	
Bloque 7		Dinámica	
Bloque 8		Energía	

Fuente: Elaboración propia a partir del contenido del Real Decreto 1105/2014.

2.1.1. Física y Química en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

El contenido de este trabajo se ajustará a la legislación vigente (Ley Orgánica 8/2013 y Real Decreto 1105/2014), pero también se tomará como referencia el marco educativo de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). En esta comunidad se ha desarrollado el plan educativo conocido como “**Heziberri 2020**”. Este plan

pedagógico, diseñado por el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura tiene por objetivo mejorar el sistema educativo vasco (Gobierno Vasco, 2015). Para ello, se han considerado las líneas estratégicas establecidas por el Consejo Europeo para el 2020 con respecto a la educación y la formación (Comisión Europea, 2009); los resultados obtenidos hasta el momento por el sistema educativo vasco (PISA, 2012); y el informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI (UNESCO, 2006). Este plan consta de tres proyectos. El primero, que finalizó en el 2014, recoge el marco del modelo educativo pedagógico (Gobierno Vasco, 2015), el segundo establece los decretos curriculares de la CAPV (Educación Infantil, Educación Básica y Bachillerato) (BOPV, 15/01/2016; BOPV, 23/09/2016) y el tercer proyecto “la fase de pasos hacia una Ley Vasca de Educación” actualmente se encuentra en preparación.

Este modelo se fundamenta en **competencias básicas transversales** (aquellas que se precisan para resolver problemas de forma eficaz en todos los ámbitos, tanto en las situaciones relacionadas con todas las áreas disciplinares, como en las situaciones de la vida diaria) y **competencias básicas específicas** (para resolver de forma eficaz problemas que precisan de recursos específicos relacionados con alguna de las áreas y materias disciplinares) para que los alumnos puedan prepararse para vivir desde el entorno particular hasta el universal.

En la segunda parte del plan Heziberri 2020, se elabora el Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y el Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato. En ambos, se fijan los bloques de contenidos de las diferentes materias, y se detallan los indicadores de logro correspondientes a los criterios de evaluación. La tabla 2 recoge los bloques de contenidos para la asignatura de Física y Química, así como para la de Química, reglados para la CAV.

Siguiendo la misma línea que lo establecido en la LOMCE, en 2º y 3º de ESO el tratamiento de los conceptos de la materia de Física y Química se realiza de manera cualitativa y experimental, mientras que en 4º de ESO y primero de bachillerato pasan a ser cuantitativos y más académicos (BOPV, 15/01/2016; BOPV, 23/09/2016). En 2º de Bachillerato, la asignatura de Química tiene como objetivo ser la base del conocimiento científico multidisciplinar, junto con otras áreas de conocimiento como la física, la biología y la geología. En el Decreto 127/2016 se promueve que las actividades que se planteen en el aula muestren el carácter propio de una ciencia experimental y que a su vez faciliten que los alumnos desarrollen las competencias esenciales para la actividad científica y tecnológica.

Tabla 2. Los bloques de contenidos establecidos por el plan Heziberri 2020 para la materia de Física y Química y para la de Química.

Decreto 236/2015	ESO - Física y Química		
	2º Curso	3º Curso	4º Curso
Bloque 1	Contenidos comunes	Contenidos comunes	Contenidos comunes
Bloque 2	La materia y sus propiedades	Unidad de estructura de la materia	Los movimientos y sus causas
Bloque 3	Los cambios en la materia	Los cambios químicos	Profundización en el estudio de los cambios
Bloque 4	Fuerzas y cambios	Electricidad y sociedad	Reacciones químicas y su importancia
Bloque 5	La energía y los cambios	Proyecto de investigación	Proyecto de investigación
Bloque 6	Proyecto de investigación		
Decreto 127/2016	Bachillerato		
	Física y Química - 1º Curso	Química - 2º Curso	
Bloque 1	Contenidos comunes	Contenidos comunes	
Bloque 2	Teoría atómica-molecular de la materia	Transformaciones energéticas en las reacciones químicas. Estudio de su espontaneidad.	
Bloque 3	El átomo y sus enlaces	El equilibrio químico	
Bloque 4	Estudio de las transformaciones químicas	Ácidos y bases	
Bloque 5	Química del carbono	Introducción a la electroquímica	
Bloque 6	Cinemática	Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos	
Bloque 7	Dinámica	Enlace químico y propiedades de las sustancias	
Bloque 8	Energía	Estudio de algunas funciones orgánicas	
Bloque 9	Electricidad	Proyecto de investigación	
Bloque 10	Proyecto de investigación		

Fuente: Elaboración propia a partir del contenido del Decreto 236/2015 y del Decreto 127/2016 de la CAV.

Equivalente a lo que se establece en la LOMCE, el plan Heziberri 2020 presenta un primer bloque común para todos los cursos con el que se pretende enseñar el trabajo experimental, el lenguaje propio de la ciencia y las actitudes científicas, junto con su aprendizaje y relación con los contenidos del resto de bloques. No obstante, en este marco educativo también se establece un segundo bloque común,

denominado “Proyecto de Investigación”. Con este bloque, a fin de poner en práctica la familiarización con la metodología científica, los alumnos deben realizar al menos un proyecto de investigación por curso que esté relacionado con alguno de los bloques temáticos de la asignatura.

2.1.2. Contribución de la Química a la adquisición de Competencias.

Siguiendo el resumen de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; «Una **competencia** es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizandorecursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular. Los individuos necesitan de un amplio rango de competencias para enfrentar los complejos desafíos del mundo de hoy» (DeSeCo, 2005).

A nivel estatal, con la LOMCE (Ley Orgánica 8/2013) se diferencian 7 competencias clave a desarrollar para poder comprender y actuar debidamente en el mundo globalizado en el que vivimos. Sin embargo, en las diferentes Comunidades Autónomas, los decretos presentan ciertas diferencias a la hora de catalogar las competencias. Concretamente, en el plan Heziberri 2020 descrito en el apartado anterior, se definen 12 competencias básicas, que se agrupan en dos conjuntos, las transversales y las específicas.

La asignatura de Química favorece que los educandos alcancen los objetivos de etapa y consigan desarrollar las competencias del currículo. Casi la totalidad de los contenidos de Química tiene una incidencia directa en la adquisición de la competencia matemática, competencias científica y competencia tecnología. A continuación, se describen brevemente las distintas competencias puntualizadas en los decretos de la CAPV y de qué manera la asignatura de Química de 2º de Bachillerato contribuye al desarrollo de alguna de ellas (BOPV, 15/01/2016; BOPV, 23/09/2016):

- **Competencias básicas transversales:** se adquieren y se aplican en todos los ámbitos y situaciones de la vida.

1. Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital (CVNVyD): «Emplear de manera complementaria la comunicación verbal, la no verbal y la digital, para comunicarse de manera eficaz y adecuada en situaciones personales, sociales y académicas» (Decreto 127/2016, pág.11). La adquisición de esta competencia se ve favorece con la materia de Química, pues se trabaja la riqueza del vocabulario específico, la valoración de la claridad en la expresión oral y escrita, el rigor en el empleo de términos, el entendimiento de la información en diferentes

códigos no verbales, la realización de síntesis y, elaboración y comunicación de conclusiones. Asimismo, los estudiantes también verbalizan las estrategias empleadas para la resolución de problemas y cuestiones teóricas.

2. Competencia para aprender a aprender y a pensar (CAAP): «Disponer de los hábitos de estudio y de trabajo, de las estrategias de aprendizaje y del pensamiento riguroso, movilizándolo y transfiriendo lo aprendido a otros contextos y situaciones, para poder organizar de forma autónoma el propio aprendizaje» (Decreto 127/2016, pág.12). Los planteamientos y métodos científicos favorecen que los alumnos aprendan a iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. A través del método científico obtienen estructuras metodológicas que les permiten discernir y estructurar la correcta información.

3. Competencia para convivir (CCN): «Participar con criterios de reciprocidad en las distintas situaciones interpersonales, grupales y comunitarias, reconociendo en el otro los mismos derechos y deberes que se reconocen para uno mismo, para contribuir tanto al bien personal como al bien común» (Decreto 127/2016, pág.12). Con esta materia se fomenta que los estudiantes traten de expresar sus ideas o conclusiones de forma asertiva, a la vez que escuchan de forma activa y respetan los pensamientos de los demás.

4. Competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE): «Mostrar iniciativa gestionando el proceso emprendedor con resolución y eficacia en los distintos contextos y situaciones personales, sociales, académicas y laborales, para poder transformar las ideas en actos» (Decreto 127/2016, pág.12). La química promueve actitudes de interés y esfuerzo para la planificación y realización de distintos experimentos prácticos, así como la elaboración de proyectos de investigación.

5. Competencia para aprender a ser (CAS): «Reflexionar sobre los propios sentimientos, pensamientos y acciones que se producen en los distintos ámbitos y situaciones de la vida, reforzándolos o ajustándolos, de acuerdo con la valoración sobre los mismos, para así orientarse, mediante la mejora continua, hacia la autorrealización de la persona en todas sus dimensiones» (Decreto 127/2016, pág.12).

- **Competencias básicas específicas:** Tienen una matriz disciplinar de base y se adquieren a través de las situaciones-problema propias de las áreas y materias. Son multifuncionales porque se pueden aplicar para la resolución de situaciones relacionadas con una o varias áreas y materias disciplinares.

1. Competencia en comunicación lingüística y literaria (CCLL): «Utilizar textos orales y escritos, en euskara, castellano y en una o más lenguas extranjeras, para comunicarse de forma adecuada, eficaz y respetuosa con la diversidad lingüística, en situaciones propias de diferentes ámbitos de la vida. Igualmente, desarrollar una educación literaria que ayude a conocerse mejor a uno mismo y al mundo que le rodea» (Decreto 127/2016, pág.12). A lo largo de esta asignatura los alumnos trabajan determinados contenidos con textos científicos en inglés.

2. Competencia matemática (CM): «Aplicar el conocimiento matemático para interpretar, describir, explicar y dar respuestas a problemas relacionados con las necesidades de la vida, utilizando modos de pensamiento, representación y herramientas propias del área» (Decreto 127/2016, pág.12). En esta materia el empleo del lenguaje matemático es imprescindible para la resolución de problemas y entendimiento de diversos procesos. Asimismo, el uso de herramientas matemáticas en el contexto científico, fomenta una actitud rigurosa y crítica respecto a los datos (análisis de datos).

3. Competencia científica (CC): «Emplear el conocimiento y la metodología científica de forma coherente, pertinente y correcta en la interpretación de los sistemas y fenómenos naturales, así como de las aplicaciones científico-tecnológicas más relevantes en diferentes contextos, para comprender la realidad desde la evidencia científica y tomar decisiones responsables en todos los ámbitos y situaciones de la vida» (Decreto 127/2016, pág.13). La comprensión de los procesos químicos acerca a los individuos al mundo físico y a la interacción responsable con él. Con la asignatura de Química, los alumnos llegan a describir y explicar los sistemas y fenómenos naturales. Relacionan los conceptos básicos de las ciencias con los sistemas y procesos del día a día, a través de leyes, modelos y teorías con las que conciben su sentido.

4. Competencia tecnológica (CT): «Desarrollar y utilizar con criterio productos o sistemas tecnológicos aplicando, de manera metódica y eficaz, saberes técnicos y de otras ramas para comprender y resolver situaciones de interés u ofrecer nuevos productos y servicios, comunicando los resultados a fin de continuar con procesos de mejora o de toma responsable de decisiones» (Decreto 127/2016, pág.13). Esta competencia tiene un tratamiento específico en la asignatura de Química a través del uso responsable de las tecnologías de la información y comunicación para obtener datos, extraer y utilizar información de diferentes fuentes. Además, las aplicaciones virtuales interactivas sirven de apoyo para la visualización de experiencias sencillas, así como para la realización de experiencias prácticas que por razones de tiempo o infraestructura no serían viables.

5. Competencia social y cívica (CSC): «Conocerse y entenderse a sí mismo, al grupo del que es miembro y al mundo en el que vive, mediante la adquisición, interpretación crítica y utilización de los conocimientos de las ciencias sociales; así como del empleo de metodologías y procedimientos propios de las mismas, para actuar autónomamente desde la responsabilidad como ciudadano en situaciones habituales de la vida; con el fin de colaborar al desarrollo de una sociedad plenamente democrática, solidaria, inclusiva y diversa» (Decreto 127/2016, pág.13). Con esta asignatura se fomenta el trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conclusiones, pues el desarrollo científico no es trabajo individual. Además, se trabaja la objetividad, la reflexión y la capacidad de argumentación coherente. Con el estudio de los conceptos químicos los educandos pueden valorar las implicaciones positivas y negativas de los avances científicos y tecnológicos.

6. Competencia artística (CA): «Comprender y valorar críticamente diferentes manifestaciones culturales y artísticas, en distintos contextos temporales y de uso, para tener conciencia de la importancia que los factores estéticos tienen en la vida de las personas y de las sociedades. Asimismo, conocer los diferentes lenguajes artísticos y utilizar sus códigos en la producción de mensajes artísticos como forma de expresarse y comunicarse con iniciativa, imaginación y creatividad» (Decreto 127/2016, pág.13). No recibe un tratamiento específico en esta asignatura.

7. Competencia motriz (MO): «Afrontar de forma autónoma, crítica, creativa y expresiva las diversas situaciones del ámbito motor relacionadas consigo mismo y con los demás, así como con el entorno físico y cultural, integrando los conocimientos, los procedimientos y las actitudes que contribuyen al desarrollo del comportamiento motor, para adquirir los hábitos de la práctica de actividades físicas y deportivas que ayuden a la consecución del bienestar integral mediante un estilo de vida saludable» (Decreto 127/2016, pág. 13). No recibe un tratamiento específico en esta asignatura.

2.2. Aprendizaje significativo

En la década de los sesenta, el psicólogo y pedagogo estadounidense David Ausubel publicó dos obras de gran importancia: *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (1963) y *Educational Psychology: A Cognitive View* (1968) con las que postuló **la teoría del aprendizaje significativo**. Este desarrollo tenía por objeto explicar los mecanismos y condiciones con las que se llega a la adquisición y retención del conocimiento, alejándose del enfoque de los didácticos tradicionales, de la mera transmisión de conocimientos (Ausubel, 1983). En la actualidad, esta teoría lejos de estar obsoleta es referente para el desarrollo de una enseñanza volcada hacia

la comprensión, el significado y el placer de aprender. Se clasifica como teoría de *aprendizaje* pues esa es su finalidad y como teoría *psicológica* porque se ocupa de los procesos que el individuo pone en juego para aprender.

De acuerdo con Ausubel (1983), el aprendizaje significativo surge a partir de la relación entre los nuevos conocimientos adquiridos y aquello que ya se tenía (la estructura cognitiva de la persona que aprende), causándose en el proceso una reconstrucción de ambos. Aproximando esta idea al aula, el alumno modifica los conocimientos que ya poseía en su estructura cognitiva a partir de la adquisición de la nueva información proporcionada por el docente mientras que, de manera simultánea, esa nueva información se reajusta con los saberes previos, dando lugar a nuevas estructuras o ideas-ancla más potentes y explicativas que sirven de base para futuros aprendizajes (Rodríguez-Palmero, 2008). Con esta teoría se describe un proceso de construcción de significados por parte de quien aprende, asignando de este modo un papel activo a los alumnos que son quienes aprenden. Para este autor, este es el mecanismo humano para adquirir y almacenar la información o ideas representadas en cualquier campo de conocimiento (Moreira, 1997).

La clave del aprendizaje significativo radica en la creación de vínculos entre los nuevos conceptos y a la estructura cognitiva previa, pero para que esto suceda es importante considerar lo que el alumno ya sabe. Asimismo, es esencial que el alumno este predispuesto a aprender de manera significativa y que la idea o conocimiento nuevo sea relacionable con la estructura cognitiva del educando (Costa & Martínez, 2011). Este aprendizaje se puede apuntar como un aprendizaje personal, pues depende de los recursos cognitivos de cada estudiante.

Por otro lado, se puede hablar de aprendizaje mecánico cuando no existen conexiones entre las ideas previas y la nueva información, de tal manera que ésta puede ser almacenada arbitrariamente, sin interactuar con la estructura cognitiva existente, lo que da lugar a una retención poco duradera, además de que dicha información no facilita la adquisición de nuevos conocimientos. No obstante, este tipo de aprendizaje no se tiene porque catalogar de manera negativa, sino que en algunos casos es necesario, por ejemplo, al inicio de una nueva estructura de conocimientos, cuando no existen ideas relevantes con los que conectar. Por consiguiente, Ausubel no define estos aprendizajes como contrarios sino como un continuo (Ausubel, 1983).

Considerando el aprendizaje significativo, en esta propuesta de intervención se va partir de la estructura cognitiva previa que poseen los alumnos acerca de los polímeros. Para ello, se han seleccionado dos metodologías, el conflicto cognitivo y la enseñanza expositiva. Por una parte, el conflicto cognitivo busca facilitar la creación de una base cognitiva sólida a partir de concepciones erróneas de los estudiantes

adquiridas en el ámbito cotidiano (ideas previas), como el caso particular de que en muchas ocasiones se conciben los plásticos como la única aplicación material del polímero, no diferenciándose las variedades de polímeros, como los naturales y sintéticos, o la utilización inadecuada del lenguaje científico, empleando términos como plásticos, resinas, elastómeros y fibras a modo de sinónimos cuando sus propiedades son totalmente distintas (Zamora, 2006). Por otra parte, se pretende emplear la enseñanza expositiva, que no supondría una reestructuración de los principios del conocimiento cotidiano sino un proceso de diferenciación e integración de nuevos contenidos en relación a los que se tenían previamente. Y precisamente debido a la necesidad de que los alumnos presenten un cierto desarrollo cognitivo y dominio de la terminología en el campo de la química, la presente unidad didáctica se ha enfocado en alumnos de 2º de bachillerato.

2.3. Partiendo del enfoque CTS: Enseñanza tradicional vs. Enseñanza por conflicto cognitivo

La ciencia y la tecnología se han convertido en herramientas esenciales para la explotación racional de los recursos naturales, la producción, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales (Organización de Estados Iberoamericanos, 2012). Debido a toda esta relevancia, en el sistema educativo se ha visto necesario abordar la conexión de la ciencia y la tecnología con la sociedad. Por ello, a partir de esta idea, en los años 70 se originó la propuesta que conectaba Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Acevedo-Díaz, 1997), estableciéndose como un enfoque integrador que permite que el educando pueda entender la implicación de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad, así como prepararlos para utilizar la ciencia y la tecnología en la mejora de su vida diaria y enfrentarse a un mundo cada vez más tecnológico (Yager, 1996). Dicho de otro modo, el enfoque CTS es una herramienta de alfabetización científica con la que los estudiantes desarrollan el pensamiento crítico que les capacita para realizar cambios sociales a través de planteamientos lógicos (López, 1999).

El enfoque CTS constituye un paradigma alternativo de estudio para entender el fenómeno científico-tecnológico en el contexto social, y como tal, no se ajusta a una metodología concreta (Quintero, 2010). Puede ser implementado desde una metodología más tradicional fundamentada en clases magistrales, hasta metodologías más innovadoras y participativas. El empleo de este enfoque no sólo consiste en la contextualización de los avances científicos, sino en el fomento del debate y de la reflexión crítica. Asimismo, la aplicación de este enfoque no debe entenderse como un obstáculo para la adquisición de conocimientos conceptuales, procedimentales o

actitudinales, sino más bien, como el hilo conductor que permite al educando aprender los contenidos de una manera más significativa.

Atendiendo a las metodologías didácticas, la enseñanza tradicional de la ciencia se fundamenta en la transmisión de conocimientos verbales, generalmente a través de clases magistrales donde se ha relegado a los alumnos un papel meramente reproductivo (Pozo & Gómez Crespo, 2006). Dadas estas características, esta metodología de enseñanza no parece la más adecuada para introducir contenidos con enfoque CTS, pues la mera transmisión de los avances científicos no dirige al alumno hacia la reflexión y aprendizaje significativo, sino hacia la simple acumulación de nueva información. La educación a través de la metodología tradicional implica una relación distante entre el profesor y los alumnos, en la que el docente es el encargado de transmitir los conocimientos con ejemplos, principalmente teóricos, y los alumnos tienen la obligación de atender, tomar apuntes y memorizar. Dicho de otro modo, ésta es una metodología de transmisión-recepción donde el docente es el proveedor de conocimientos que los presenta como hechos (conceptos y cuestiones aceptadas y acabadas) y el alumno el consumidor de esos conocimientos que asume como absolutos (Pozo, 1996). La sesión magistral está gobernada y controlada por el profesor y con sus explicaciones trata de llevar al alumno hacia el aprendizaje. A pesar de que esta metodología resulta poco favorable para fomentar la adquisición de competencias como aprender a aprender, pues el alumno tiene únicamente el papel de espectador, sigue siendo un modelo muy empleado en las aulas de ciencias, puesto que muchos profesores de ciencias en su día fueron instruidos de este modo.

Con esta metodología se asume que la mente de los estudiantes está preparada para seguir la lógica del discurso científico, por lo que la meta de este modelo se fundamenta en llenar la mente de los educandos de conceptos científicos. No obstante, esto conlleva que aquellos alumnos que no logren llegar a entender el contenido científico acaben siendo excluidos de la educación científica, limitándose por tanto la alfabetización científica para unos pocos. Desde esta posición se asume la ciencia como un saber absoluto, una rama de la educación con la que se aprende lo que los científicos saben sobre la naturaleza. Bajo esta metodología los alumnos deben lograr reproducir los conocimientos que les llegan y para ello el docente debe presentar los contenidos de la manera más clara y rigurosa posible. En esta metodología se considera que el currículo es más científico cuanto más académico es, generando así que la mayoría de materiales y actividades que se realicen imiten el formato de la enseñanza de la ciencia en la universidad (Pozo & Gómez Crespo, 2006). De esta manera, los conocimientos se presentan como saberes acabados y las teorías superadas u obsoletas no se enseñan, se consideran innecesarias para el saber de los

alumnos, no se contextualiza el desarrollo científico. Con esta visión, la realidad de la actividad científica no es mostrada, ya que se esquivan las teorías que ahora resultan innecesarias, pero que en su día fueron el inicio para llegar a otras.

En la metodología tradicional o de transmisión de hechos, la evaluación consiste en que el alumno devuelva, de la manera más correcta posible, el conocimiento que el docente le ha transmitido a lo largo de las clases magistrales. El instrumento clave para la evaluación es el examen tipo, en el que además de preguntas conceptuales, también se emplean ejercicios repetitivos. El objetivo de este tipo de evaluaciones es más calificativo que formativo, se trata de comprobar si los alumnos superan el nivel mínimo exigido.

En vista de lo mencionado hasta el momento, se podría señalar que la gran limitación de la metodología tradicional reside en sus propias características, una falta de contextualización y un papel únicamente receptivo que no favorece que los estudiantes adquieran ninguna competencia ya que no se diseñan actividades para trabajarlas, de modo que no se consigue un aprendizaje significativo.

En la actualidad existen diversas opiniones respecto a las metodologías más apropiadas para emplear en las aulas educativas. Con el objetivo de alcanzar que los alumnos puedan enfrentarse a los retos futuros, se están introduciendo nuevas metodologías. En el sistema educativo actual, cada vez se apuesta más por las metodologías activas con las que se consigue un aprendizaje más significativo por parte del alumno y a su vez se trabajan las competencias clave. Entre estas nuevas metodologías, en este trabajo se va a destacar la metodología del conflicto cognitivo.

Las concepciones alternativas previas de los alumnos pueden llevar a la malinterpretación de los acontecimientos observados en su vida diaria. Esto hace que generen explicaciones no válidas o ninguna solución cuando se encuentran con otros acontecimientos similares (Akpınar, Erol, & Aydoğdu, 2009). Por ello, lo importante en este punto es lograr un cambio conceptual en los estudiantes. Una de las estrategias instructivas de cambio conceptual más comúnmente implementadas en el aula es la de inducir un conflicto cognitivo mediante la presentación de datos anómalos o información contradictoria. Mediante esta metodología se confrontarían esos conceptos previos con la nueva información aportada por el docente generando un conflicto que culminaría con la sustitución de las concepciones alternativas previas por otras teorías más potentes y próximas al conocimiento científico (Pozo & Gómez Crespo, 2006). A pesar de que el propio alumno tiene que tomar conciencia de ese conflicto y resolverlo por sí mismo, difiere del aprendizaje por descubrimiento en el cuidadoso diseño de las actividades donde los profesores también pueden guiar al alumno en la resolución de sus conflictos utilizando todos los recursos a su alcance.

La forma de conseguirlo se basaría en hacer que el alumno perciba las limitaciones de sus propias concepciones alternativas, no estando satisfecho con ellas y llegando a estar dispuesto de adoptar otros modelos más convincentes. De este modo, las diferentes fases de la metodología del conflicto cognitivo se reflejan en la Figura 1.

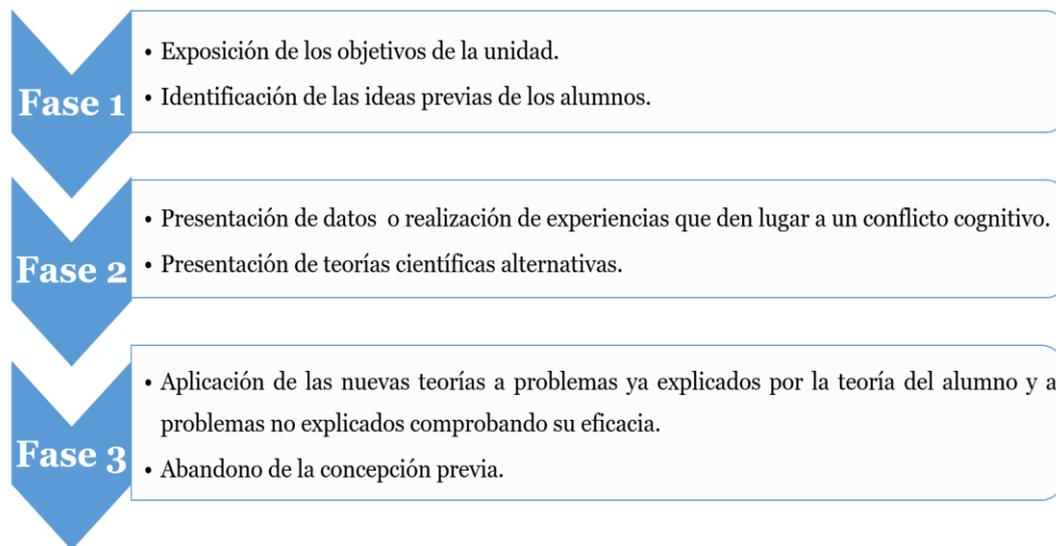


Figura 1. Secuencias de instrucción para el cambio conceptual. Elaboración propia a partir de (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

No obstante, estudios realizados han mostrado cierta controversia con respecto a la eficacia del conflicto cognitivo en el aprendizaje (Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990; Tillema & Knol, 1997). Algunas investigaciones obtuvieron resultados positivos, mientras que otras no lo hicieron, observándose que, debido a las diferencias en los conocimientos previos de los estudiantes, solo algunos de ellos experimentaban conflictos cognitivos y otros, en cambio, no (Limón, 2001). De este modo, la adecuada aplicación de esta metodología requiere que la situación reúna ciertas condiciones, como que el alumno no esté satisfecho con sus propias concepciones, que exista una concepción entendible y creíble por el alumno y que la nueva concepción le convenza más que sus propias ideas.

En definitiva, el eje central de esta metodología son los conceptos científicos y no los procedimientos, que no desempeñan apenas ninguna función en la organización del currículo. Los criterios de evaluación pueden resultar muy similares a los planteados para la enseñanza tradicional y la enseñanza expositiva, pues se trata de llegar a que los alumnos hagan suyas las teorías científicas. Sin embargo, su base epistemológica es marcadamente opuesta, ya que se recurre a tareas y técnicas de evaluación diferentes y no se trata de memorizar conceptos científicos, sino de que esos conocimientos puedan ser aplicados a la hora de resolver problemas en diversos

contextos siguiendo una teoría científica. Para la evaluación se recurre a instrumentos similares a los empleados para conocer los conocimientos previos, con los que se trata de comprobar si los alumnos, apartando las ideas erróneas previas, son capaces de aplicar los nuevos conocimientos asimilados en un contexto diferente.

En esta propuesta de intervención, esta metodología que reestructura los conceptos previos hacia un conocimiento científico servirá como base para la aplicación de la enseñanza expositiva presentada en el siguiente apartado.

2.4. Enseñanza expositiva

De acuerdo con Ausubel (1999), la ineficacia de la enseñanza tradicional no se debe a su carácter expositivo como tal, sino a que no se atiende a la lógica que presentan los alumnos. En la enseñanza expositiva, en cambio, se parte de los conocimientos previos de los alumnos y el aprendizaje de la ciencia consiste en asumir como propios unos significados científicos aportados externamente (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

Esta metodología didáctica intenta alcanzar un acercamiento entre el significado lógico (la estructura conceptual de las disciplinas científicas) y el significado psicológico (la asimilación de ese conocimiento por parte del alumno). Para que se dé esa compatibilidad, la teoría científica aportada y la que el alumno ya posee deben compartir los mismos principios. Sin embargo, esta metodología es insuficiente para lograr la reestructuración de las concepciones en los alumnos (Pozo & Gómez Crespo, 2006). Por ello en este trabajo se ha planteado complementar la enseñanza expositiva con el conflicto cognitivo para el curso de segundo de Bachillerato donde ya hay cierto nivel de desarrollo cognitivo y dominio de la terminología científica. La reestructuración conceptual obtenida mediante el conflicto cognitivo permitirá alcanzar ese paralelismo necesario entre las estructuras conceptuales del alumno y las estructuras del conocimiento científico.

Atendiendo al currículo se establece una organización jerárquica, partiendo de las nociones más generales a las más específicas, mediante procesos de diferenciación conceptual progresiva, en lugar de partir de conceptos más específicos y pretender integrarlos en una noción más inclusiva, lo cual resulta complejo. De esta forma, cada nuevo contenido conceptual se apoya y se relaciona explícitamente con los anteriores evitando la mera acumulación de contenidos en compartimentos estancos sin relación entre sí (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

De este modo, para que una explicación resulte eficaz y pueda ser asimilada se requieren tres pasos (Figura 2). En primer lugar, es necesario establecer una relación entre la nueva información que va a presentarse y los conocimientos presentes en la

mente del alumno, puesto que en caso de no existir esos conocimientos inclusores, se debe recurrir a un organizador previo que sirve como puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber para aprender significativamente el nuevo contenido. El segundo paso es presentar el material de aprendizaje en sí, es decir, el contenido conceptual de la enseñanza mediante lecturas, discusiones, experiencias o exposiciones por parte del profesor que guía la clase. Finalmente, la explicación se completa con un tercer paso donde se refuerzan los conceptos y se vinculan con lo aprendido anteriormente (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

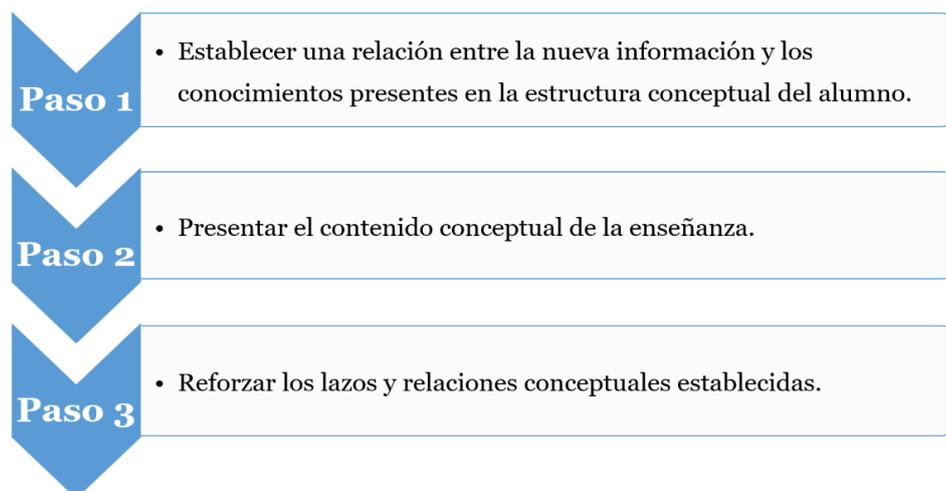


Figura 2. Pasos de la enseñanza expositiva. Elaboración propia a partir de (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

La evaluación en la metodología expositiva está enfocada principalmente en la comprensión de los conceptos científicos haciendo especial énfasis en la capacidad del alumno para relacionar unos conceptos con otros para evitar confundirlo con la comprensión por repetición. Una técnica evaluativa recomendada es la elaboración de mapas conceptuales en los que se recogen las relaciones de los conceptos dentro de un determinado campo semántico. Estos instrumentos tienen el doble objetivo de permitir su evaluación y de fomentar un mayor aprendizaje conceptual en los alumnos.

2.5. Situación actual de la enseñanza de los materiales poliméricos en Bachillerato

De acuerdo con la LOMCE (Ley Orgánica 8/2013) y con la información recogida en la Tabla 1, los contenidos de la materia de Química en 2º de Bachillerato se dividen en cuatro bloques: la actividad científica, origen y evolución de los componentes del Universo, reacciones química y, síntesis orgánica y nuevos materiales. Generalmente estos bloques se han trabajado de manera independiente,

sin llegar a relacionar los diferentes contenidos entre ellos (Martín, Gómez, & Gutiérrez, 2000). Dentro de estos grupos **la enseñanza de los materiales poliméricos** se introduce en el cuarto bloque; síntesis orgánica y nuevos materiales. En este apartado, además del estudio de las funciones orgánicas, la nomenclatura y formulación orgánica y los tipos de reacciones orgánicas, se enseñan conceptos como las macromoléculas, los materiales poliméricos, las diferencias entre polímeros naturales y sintéticos y las reacciones de polimerización junto con los procesos de obtención de nuevos materiales. En este bloque también se exponen contenidos relacionados con el impacto medioambiental procedente del uso excesivo de este tipo de materiales, además de la importancia de la química del carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar (Real Decreto 1105/2014).

No obstante, en el marco educativo de la Comunidad Autónoma Vasca, la enseñanza de los materiales poliméricos se presenta a lo largo de los dos cursos de la etapa educativa de bachillerato. Siguiendo los bloques de contenidos presentados en la Tabla 2, en 1º de Bachillerato dentro del quinto bloque, la química del carbono, se incluyen conceptos relacionados con los polímeros, concretamente, las propiedades de los polímeros de uso habitual, el proceso de obtención de algunos polímeros de adición y el análisis de la utilización e impacto medioambiental de estos materiales en la sociedad actual (BOPV, 23/09/2016). En 2º de Bachillerato, curso en el que se centra esta propuesta de intervención, estos conceptos se amplían dentro del bloque VIII, donde se explican y profundizan conceptos como las macromoléculas, los polímeros y las propiedades de estos materiales, así como las distintas reacciones de polimerización. El Decreto 127/2016 establece como uno de los criterios de evaluación que el alumno llegue a *«describir las características más importantes de las macromoléculas valorando su interés biológico y económico en la industria química orgánica y sus repercusiones»*.

En la materia de Química de segundo de Bachillerato, se pueden señalar principalmente dos objetivos generales, la alfabetización científica y la adquisición de capacidades para resolver problemas (Garmendia & Guisasola, 2015). Por consiguiente, si atendemos al impacto social que tienen los materiales poliméricos en la sociedad actual, estos objetivos parecen difíciles de alcanzar, pues los conocimientos sobre estos materiales al final de la etapa educativa de bachillerato distan mucho de ser óptimos o suficientes (Serrano-Aroca & Solaz-Portolés, 2014). En general, esta carencia de conocimientos relacionados con la ciencia de los materiales puede deberse a la presencia de la Evaluación para el Acceso a la Universidad, pues esta obligación genera que contenidos como los polímeros pasen a un segundo plano y se trabajen más contenidos como las reacciones químicas y los factores que influyen

en las mismas. Asimismo, las metodologías, principalmente tradicionales, empleadas para la enseñanza de los materiales poliméricos no fomentan la adquisición de habilidades para resolver problemas. La exposición de los contenidos poliméricos, generalmente no se relaciona con otros contenidos químicos y no se contextualiza con la dimensión social, lo que lleva a que los educandos entiendan la ciencia de los materiales como una rama independiente de la química. La capacidad de distinguir los tipos de materiales, sus características químicas, sus formas de obtención y las consecuencias derivadas de su uso permiten que los alumnos alcancen los conocimientos necesarios para actuar como un ciudadano responsable, y recogiendo las palabras de Calderón et al. (2007), para «*poder avanzar en la búsqueda de nuevos horizontes en el campo de la ciencia*».

En vista de la baja relevancia de los polímeros en el currículo de 2º de Bachillerato, con esta propuesta se pretende introducir estos materiales como parte distinguida de la asignatura de Química, ya que estos contenidos permiten desarrollar conocimientos específicos y conceptos generales de la ciencia. Asimismo, una unidad didáctica dedicada a los polímeros donde los contenidos se exponen con un enfoque CTS, permite desarrollar el espíritu crítico entorno a las consecuencias sociales y ambientales que presentan estos materiales.

2.6. Impacto social y medioambiental de la gestión de residuos como base para el estudio de los polímeros.

Los polímeros, o más coloquialmente conocidos como *plásticos*, están presentes en todos los ámbitos de la sociedad. Sin ellos los avances conseguidos en los últimos 30 años no habrían sido posibles. Se han convertido en elementos fundamentales en sectores como la agricultura, la industria, la alimentación, la medicina, las telecomunicaciones o el transporte, puesto que son versátiles, duraderos, con una buena relación coste/eficacia, seguros y ligeros. Sin embargo, entre las exigencias actuales se incluye también la necesidad de encontrar un equilibrio entre estas ventajas y la protección del medio ambiente.

Como se ha mencionado, los polímeros orgánicos sintéticos o semisintéticos son fuertes, duraderos y resistentes a la corrosión, tanto es así que la acumulación de residuos plásticos en el medio ambiente en las últimas décadas ha atraído la atención tanto de investigadores como de público en general. Los organismos pueden llegar a ingerir el plástico o quedar atrapados en él, además con el tiempo tienden a volverse frágiles, descomponiéndose en pedazos pequeños. Los grandes productos de plástico,

conocidos como macroplásticos, han sido reportados en el medio marino desde los primeros días de producción. Los microplásticos, más pequeños (< 5 mm), han llamado la atención recientemente porque no sólo se encuentran en el medio marino, sino que también son más fácilmente ingeridos por organismos acuáticos y actúan como vectores de la transferencia química de contaminantes dentro de la cadena alimentaria (Li, Tse, & Fok, 2016).

La producción anual de plástico ha aumentado significativamente, pasando de 0,5 millones de toneladas en los años 50 a haber generado más de 8,3 mil millones de toneladas en 2015 (Lusher et al., 2017). Los polímeros más utilizados y abundantes son el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE), el policloruro de vinilo (PVC), el poliestireno (PS), el polipropileno (PP) y el politereftalato de etileno (PET), que en conjunto representan aproximadamente el 90% del total de la producción mundial de plástico (Andrady & Neal, 2009).

El ciclo de vida de los materiales poliméricos se representa en la Figura 3. Las materias primas, ya sean vírgenes o recicladas, se transforman en productos a través de diferentes técnicas de transformación (moldeo por inyección, extrusión, etc.). Ésta es la fase de inicio de vida del producto. Durante el proceso de fabricación, se genera un primer tipo de residuo plástico sólido, el llamado residuo post-industrial, que nunca llega al consumidor, como son moldes de inyección, recambios, productos secundarios, etc. Generalmente, los residuos post-industriales tienen la ventaja de que son limpios y se conoce la composición del polímero (Ragaert, Delva, & Van Geem, 2017).

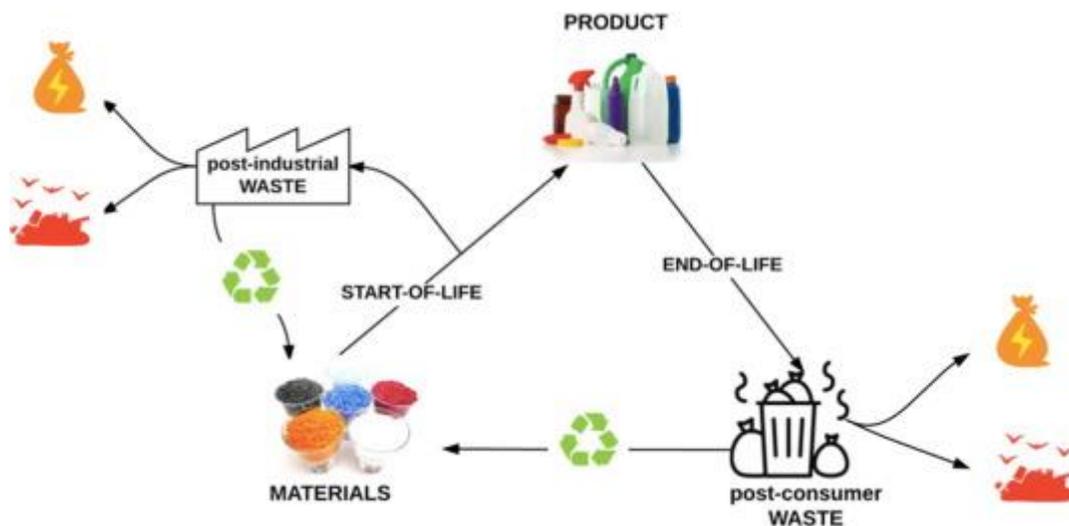


Figura 3. Ciclo de vida de los materiales poliméricos. Fuente: (Ragaert et al., 2017)

Al final de su vida útil, el producto se elimina y se convierte en residuo post-consumo. Típicamente, estos residuos consisten en mezclas de plásticos de composición desconocida y están potencialmente contaminados por fracciones

orgánicas o fracciones inorgánicas, lo que los hace más complejos de reciclar (Ragaert et al., 2017).

El reciclaje es un elemento clave en la reducción de desechos contemporáneos y es el tercer componente de la regla de las 3 R. Esta iniciativa es un acrónimo de Reducir, Reutilizar y Reciclar, en el que reducir hace referencia a producir y usar menos; reutilizar implica usar algo de nuevo en lugar de desecharlo o enviarlo a un centro de reciclaje; y reciclar supondría convertir esos desechos en nuevos objetos en lugar de tirarlos a la basura (Mohd Ali & Nerina, 2018).

Desde un punto de vista medioambiental, sigue siendo preferible evitar la creación de residuos o la reutilización de estos. Si esto no se consigue la opción predominante es el reciclaje donde se puede seguir una vía mecánica (re-granulado del material) o una vía química (reducción del residuo a monómeros). En caso de que los residuos poliméricos no puedan reciclarse, la recuperación de energía es la opción más conveniente. La opción del vertedero debe evitarse a toda costa (Ragaert et al., 2017).

Las tasas de vertido son muy desiguales en toda Europa. En los países en los que están en vigor las prohibiciones de vertido (Bélgica, Luxemburgo, Países Bajos, Alemania, Dinamarca, Suiza, Austria, Noruega y Suecia), menos del 10% de los residuos plásticos se vierten en vertederos. En otros países, como España y Grecia, una cantidad asombrosa, de más del 50% de todos los residuos plásticos sigue llegando a los vertederos (PlasticsEurope, 2017).

Teniendo todo esto en consideración, este trabajo pretende aprovechar el impacto que generan los polímeros en la sociedad con un doble objetivo, por una parte, tratar que los estudiantes aprendan los diferentes tipos de polímeros que componen los productos de nuestra vida diaria, por qué se procesan por separado en su reciclado, qué relación tiene eso con sus temperaturas de fusión, etc; y, por otro lado, que aprendan a gestionarlos responsablemente. Dicho lo cual, el impacto de los polímeros en la sociedad será el hilo conductor a partir del que se irán presentado los distintos conceptos de la unidad didáctica.

3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En la actualidad el estudio de los materiales polímeros ocupa un lugar destacado dentro de la Química debido a que han permitido el desarrollo de numerosos avances tecnológicos, habiéndose incrementado el número de publicaciones por año desde 30.000 en 2003 hasta 100.000 en 2017 en el campo de la ciencia de los materiales (Journal Citation Reports, 2019). De este modo se han convertido en elementos fundamentales para los sectores de la agricultura, la industria, la alimentación, la medicina, las telecomunicaciones y el transporte. En la vida cotidiana los polímeros tienen tal protagonismo que ahora sería inimaginable vivir sin ellos. Sin embargo, pese a ser tan imprescindibles, en los últimos años han adquirido una connotación negativa debida principalmente a su impacto medioambiental que surgen de la acción humana (Feydel, 2009). En este sentido, uno de los temas de gran repercusión social es la gestión de los residuos poliméricos.

Teniendo todo esto en consideración, el tema propuesto supone un contenido de gran importancia para el ámbito social y educativo. Por un lado, el problema del impacto medioambiental, cada vez es más visible en nuestro entorno más próximo (costas saturadas de residuos poliméricos) y se está convirtiendo en centro del debate político. Por otro lado, desde un punto de vista educativo, el tema se puede considerar transversal, ya que implica conceptos científicos, tecnológicos y sociales que corresponden a diferentes ramas del conocimiento.

A través de la unidad didáctica desarrollada en este trabajo se pretende introducir el tema de los polímeros y su gestión responsable empleando el conflicto cognitivo combinado con la enseñanza expositiva partiendo de un enfoque CTS. De esta manera, se abordan los conceptos científicos detrás de un problema, así como las relaciones con la tecnología y la sociedad. Asimismo, dado que el incremento tan pronunciado de los residuos poliméricos se ha convertido en un tema de primer orden social, la elección de este enfoque en la didáctica del tema parece especialmente relevante.

Si bien el enfoque no establece unas líneas metodológicas concretas, en esta propuesta se introduce el tema de los polímeros y su gestión responsable a través de la metodología de conflicto cognitivo y metodología expositiva con el objetivo de lograr un aprendizaje lo más significativo posible.

3.1. Descripción general de la unidad didáctica

La unidad didáctica desarrollada tiene como título «**Los polímeros, el villano del siglo XXI.**». De acuerdo al marco educativo de la Comunidad Autónoma Vasca, esta unidad se podría establecer dentro del bloque VIII, que tiene como título Estudio de algunas Funciones Orgánicas. La duración óptima para trabajar esta unidad puede establecerse en 12 sesiones de 55 min cada sesión.

La secuencia de actividades de enseñanza y aprendizaje de esta unidad didáctica se clasifican en tres fases. La primera, la **fase inicial** que consta de dos puntos clave, por un lado, la presentación del tema y la realización de una evaluación inicial (se presentan situaciones-problema donde se intenta indagar en las ideas previas de los alumnos, cuya resolución requiere de competencias y contenidos que serán centro de aprendizaje y desarrollo en la unidad) enlazada con la etapa inicial de la metodología de conflicto cognitivo y, por otro lado, la presentación de la Unidad Didáctica y planificación del trabajo (se presenta al alumno que se va a aprender y para qué). La segunda es la **fase de desarrollo**, la más larga de la unidad donde se desarrollan actividades de aprendizaje y evaluación que ayudan a la construcción del conocimiento, así como de su aplicación y uso en nuevas situaciones. En esta fase se trabaja principalmente la segunda etapa de la metodología del conflicto cognitivo y enseñanza expositiva. Se proponen diferentes tipos de actividades: actividades para la introducción de nuevos aprendizajes, actividades de aplicación y consolidación de los nuevos aprendizajes y actividades de estructuración de los aprendizajes. La última parte se diferencia como **fase final**, donde tras estudiar y comprender cuidadosamente la ciencia de los polímeros y su impacto medioambiental, se profundiza en la importancia de estos conocimientos científicos para su gestión responsable. Esto hace referencia a la última etapa de las metodologías mencionadas, donde los alumnos abandonan sus concepciones previas por la nueva teoría más explicativa y enlazan esos nuevos conocimientos adquiridos con nuevas situaciones. Por lo tanto, refuerzan los lazos y relaciones conceptuales establecidos en la unidad.

3.2. Marco legislativo y destinatarios

Esta unidad didáctica se ajusta a la legislación vigente, la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, así como al Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Asimismo, se toma como referencia la Comunidad Autónoma Vasca, concretamente el decreto 127/2016, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

La propuesta se ha diseñado para alumnos de la asignatura de Química correspondiente a la modalidad de Ciencias de segundo de Bachillerato. Como aula piloto se ha escogido un grupo compuesto por 22 alumnos con edades comprendidas entre los 17 y 18 años de un instituto con titularidad concertada situado en el País Vasco. Cada estudiante dispone de un ordenador portátil y una cuenta de *google drive* con la que compartir los documentos con el docente y compañeros. Hay una alumna de Necesidades Educativas Especiales (NEE), concretamente presenta dificultades de lectura, por lo que sus exámenes son adaptados (textos más cortos). No obstante, indicar que ninguno de los alumnos requiere de ninguna adaptación curricular.

3.3. Objetivos didácticos

- 1)** Examinar y comprender el origen de los materiales de uso cotidiano, a través del estudio de los polímeros.
- 2)** Explicar y distinguir la clasificación de los polímeros según su origen, según el monómero que lo conforma, el carácter orgánico, estructura y según sus propiedades físicas.
- 3)** Dominar la actividad práctica en el laboratorio, así como reconocer las normas de seguridad e higiene.
- 4)** Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo para conocer e investigar sobre las distintas aplicaciones que presentan los polímeros, así como los procesos de obtención.
- 5)** Considerar la incidencia que tienen los polímeros sobre la calidad de vida, así como el impacto medioambiental asociado a su utilización.
- 6)** Identificar y reflexionar sobre los factores que influyen en el aumento de los residuos poliméricos para ser capaces de controlarlos.
- 7)** Buscar, interpretar y expresar información científica con propiedad, utilizando diversos soportes y recursos, incluyendo las tecnologías de la información y comunicación.
- 8)** Utilizar los conocimientos de la ciencia de los materiales y del reciclado en diversos contextos y analizar en situaciones cotidianas la relación de la ciencia con la tecnología, la sociedad y el medioambiente para idear posibles soluciones en torno a problemas locales y globales, con el objetivo de conservar, proteger y mejorar el medio natural.

3.4. Objetivos de contenido e indicadores de logro

Para esta unidad didáctica se plantean los siguientes objetivos de contenido e indicadores que serán los que se tengan en cuenta para la evaluación de las distintas actividades propuestas.

Tabla 3. Objetivos de contenido e indicadores de logro de la unidad didáctica.

Obj.	Objetivos de contenidos	Indicadores
1	<p>1.1 Definir los polímeros.</p> <p>1.2 Distinguir los polímeros de otro tipo de sustancias.</p> <p>1.3 Explorar el origen de la ciencia de los polímeros.</p> <p>1.4 Diferenciar el origen natural y sintético de los polímeros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contempla los polímeros como macromoléculas formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros. - Enumera productos cotidianos basados en polímeros. - Reconoce la diferencia entre los polímeros de origen natural y los sintéticos. - Relaciona el inicio de los polímeros con la manipulación del caucho natural y el inicio de la síntesis con Leo Baekeland.
2	<p>2.1 Reconocer las unidades monoméricas más comunes de los polímeros.</p> <p>2.2 Clasificar los polímeros según su origen, monómero que lo conforma, carácter orgánico, estructura y propiedades físicas.</p> <p>2.3 Diferenciar dos tipos de reacciones de polimerización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formula correctamente y con coherencia la estructura molecular (monómeros) de los polímeros de uso más cotidiano. - Diferencia los homopolímeros de los copolímeros. - Reconoce polímeros orgánicos e inorgánicos. - Identifica los polímeros ramificados y no ramificados a través de investigación de los adhesivos. - Interpreta las propiedades físicas de los polímeros atendiendo a su comportamiento frente al calor. - Explica debidamente la diferencia entre polímero y plástico. - Expone dos tipos de reacciones vinculadas con la obtención de polímeros.
3	<p>3.1 Obtener por medio de la experimentación dos polímeros para reconocer sus diferentes propiedades.</p> <p>3.2 Trabajar con responsabilidad en el laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetiza dos polímeros en el laboratorio. - Interpreta los cambios físicos y químicos que se presentan en las reacciones. - Describe las propiedades físicas de los polímeros obtenidos. - Respeta las normas de seguridad e higiene en el laboratorio.

	3.3 Redactar un informe con los resultados experimentales.	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora un informe de prácticas en el que expone sus conclusiones. - Emplea una terminología científica. - Reconocer las propiedades mecánicas de diferentes polímeros.
4	<p>4.1 Trabajar en equipo para investigar sobre las múltiples aplicaciones de los polímeros.</p> <p>4.2 Diferenciar las técnicas de procesado de los polímeros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comparte la información con los compañeros y valora sus opiniones. - Reconoce las aplicaciones de los polímeros en el campo de la medicina, del transporte, de la alimentación, en el ámbito textil y en la agricultura. - Argumenta la aplicación de los polímeros que considera más relevante en la actualidad. - Explica el procesado por inyección, extrusión y soplado. - Describe la obtención de polímeros biodegradables a partir de fuentes naturales.
5	<p>5.1 Reconocer los aportes de los polímeros en la mejora de la calidad de vida.</p> <p>5.2 Detectar los aspectos negativos asociados a los polímeros.</p> <p>5.3 Identificar y reconocer los residuos poliméricos domésticos, así como las operaciones para reducirlos, reciclarlos y reutilizarlos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enumera diferentes avances que se han podido desarrollar únicamente gracias a los polímeros. - Identifica los problemas que conlleva la presencia de plásticos en el ambiente marino. - Relaciona la contaminación generada por los polímeros con la alteración del funcionamiento del ecosistema. - Propone estrategias para reducir, reciclar y reutilizar los residuos generados en el centro educativo. - Vincula la temperatura de fusión de diferentes polímeros con la necesidad de procesarlos por separado durante su reciclado.
6	6.1 Investigar las principales causas por las que la industria produce cada vez más polímeros, en lugar de sustituirlos por otros más respetuosos con el medioambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Debate con los compañeros sobre aspectos económicos, tiempo de producción y actitud social en relación a los polímeros. - Propone la sustitución de determinados polímeros de uso cotidiano por otros materiales más cuidadosos con el entorno que nos rodea.

7	<p>7.1 Buscar, interpretar y expresar información de manera científica.</p> <p>7.2 Utilizar diversos soportes y recursos para recopilar y trabajar la información obtenida en la unidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sigue la metodología científica a la hora de elaborar informes o trabajos. - Realiza mapas conceptuales con la aplicación <i>CmapTool</i>. - Utiliza las principales canales de búsqueda de información científica como <i>PubMed</i>, <i>Scifinder</i>, <i>Scopus</i>.
8	<p>8.1 Comprender la relación entre la ciencia, el avance de la tecnología y su repercusión en la sociedad y en el medioambiente.</p> <p>8.2 Evaluar el uso de materiales biodegradables como posible solución al problema medioambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expone las conclusiones finales de la unidad relacionando los avances científicos con el desarrollo de tecnologías y el impacto que producen en nuestras vidas, así como en el entorno. - Investiga los últimos avances científicos en relación a la producción de polímeros biodegradables. - Valora como afectaría la implementación exclusiva de los materiales biodegradables en la sociedad y el medio ambiente.

3.5. Competencias a desarrollar

En esta unidad se favorece el desarrollo de las siguientes competencias del marco legislativo de la Comunidad Autónoma Vasca.

Competencias básicas transversales:

1. Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital (CVNVyD): Incorporación de vocabulario científico específico de los materiales poliméricos, a través de la asimilación de información en código verbal y no verbal. Empleo de una expresión clara tanto oral como escrita mostrando capacidad de síntesis y elaboración de conclusiones válidas.

- Adquiere nueva terminología relacionada con los polímeros como macromoléculas, monómero, polimerización, ramificación, copolímero, homopolímero, vulcanización, termoplástico, termoestable, elastómero, polímero biodegradable, etc.
- Emplea lenguaje verbal o simbólico apropiado al referirse a los polímeros.
- Expone hipótesis y conclusiones de forma correcta y concisa utilizando la terminología científica presentada en la unidad.
- Comunica las ideas de forma digital a través de diversas herramientas informáticas, bases de datos, procesadores de texto y presentación digital.

El nivel de logro de esta competencia se evalúa a través de la rúbrica vinculada con el interés o actitud hacia los contenidos de la unidad (Tabla 6), así como con la rúbrica relacionada con el portfolio (Tabla 7), el debate (Tabla 8), presentación grupal (Tabla 9), el informe de laboratorio (Tabla 10) y la rúbrica para la evaluación de la estructura conceptual (Tabla 11). En diversos apartados de cada rúbrica se hace referencia a la utilización del lenguaje científico, además del empleo del lenguaje simbólico. Respecto al componente digital se tiene en cuenta la búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos, así como la presentación y realización de esquemas, videos, gráficas y exposiciones digitales.

2. **Competencia para aprender a aprender y a pensar (CAAP)**: Concienciación de la importancia de aprender a iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. Poseer estrategias de aprendizaje y pensamiento riguroso, y trasladar lo aprendido a otros contextos y situaciones para organizar el aprendizaje personal de forma autónoma.

- Reconoce las ideas preconcebidas sobre los polímeros.
- Considera la existencia de explicaciones alternativas que se adecuan a la teoría científica.
- Abandona las ideas preconcebidas en beneficio de una teoría más explicativa.
- Localiza, selecciona y organiza la información más relevante sobre los polímeros a través de los soportes facilitados.
- Elabora esquemas, mapas mentales y/o conceptuales para asimilar los contenidos de la unidad.

El nivel de logro de esta competencia se valora a través de la rúbrica vinculada con la realización del portfolio (Tabla 7), y la rúbrica para el informe de laboratorio (Tabla 10) donde se evalúa su organización y presentación de esquemas o mapas.

3. **Competencia para convivir (CCN)**: Interacción en situaciones interpersonales y grupales de forma respetuosa y empática. Reconoce y comparte los derechos y deberes con los demás, para el bien de todos.

- Expresa sus ideas y conclusiones de manera asertiva y escucha de forma activa y considerando los pensamientos de los demás.
- Sigue la normativa del aula y del laboratorio y trabaja de forma responsable, cooperando con los compañeros.

El nivel de logro de esta competencia se estima mediante la rúbrica para evaluar el interés o actitud hacia los contenidos de la unidad (Tabla 6), el debate (Tabla 8) y la presentación grupal (Tabla 9) en las cuales se valora el respeto hacia las normas y hacia los compañeros.

4. **Competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE)**: Desarrollo de una actitud proactiva y emprendedora en diversas actividades.

- Realiza acciones planificadas y efectúa los ajustes necesarios (práctica de laboratorio e informe de resultados).
- Gestiona la información a su disposición para hacer frente a nuevas situaciones.
- Valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad.
- Desempeña o planifica diversas acciones para reducir, reutilizar y reciclar los materiales poliméricos cotidianos.

La adquisición de esta competencia se evalúa mediante la rúbrica para valorar el interés o actitud (Tabla 6) teniendo en cuenta su participación, aportación de hipótesis y preguntas realizadas (actitud proactiva). Asimismo, esta competencia también es evaluada a través de la rúbrica diseñada para evaluar el informe de laboratorio (Tabla 10) en la cual se valora la actividad experimental llevada a cabo para contrastar la hipótesis planteada.

5. **Competencia para aprender a ser (CAS)**: Autorregulación:

- Identifica a través de la autoevaluación y coevaluación, las acciones correctas y las incorrectas.
- Autorregulación de la motivación y la voluntad.
- Establece el grado de logro de lo aprendido, identifica los aspectos a mejorar y actúa firmemente hacia la mejora.

Esta competencia se vincula directamente con la realización de una de las actividades que se incluyen en el portfolio (Tabla 7) a partir de la cual los alumnos podrán valorar su propio rendimiento (actividad 9), así como con el debate donde deberán autorregular sus sentimientos y escuchar a los compañeros (Tabla 8). Con la rúbrica de la evaluación de la estructura conceptual (Tabla 11) los alumnos también podrán conocer el grado de adquisición de los aprendizajes, pues se valora la pertinencia, coherencia y uso de los recursos conceptuales en sus respuestas.

Competencias básicas transversales:

1. **Competencia científica (CC)**: A partir de la observación de los diferentes materiales de su entorno, identifica los polímeros y reconoce las propiedades físicas que presentan, así como las diferentes aplicaciones e investiga las consecuencias medioambientales del uso y gestión inadecuada de los mismos, tomando conciencia de la necesidad de un cambio sostenible (polímeros biodegradables). Asimismo, trabaja los pasos de la investigación científica:

- Manifiesta hipótesis del tema.

- Interpreta a través de la observación los datos.
- Justifica los resultados a través de los conceptos científicos.
- Saca conclusiones del proceso realizado.
- Compara el objetivo y el resultado obtenido.
- Explicar los sucesos partiendo de la base científica.

El nivel de logro de esta competencia se evalúa a través de todas la rubricas diseñadas para esta unidad didáctica, en las cuales se tiene en cuenta el empleo de terminología científica, la coherencia en el planteamiento de hipótesis o ideas, etc. En general, la adquisición y utilización significativa de los conocimientos relacionados con los materiales poliméricos.

2. Competencia en comunicación lingüística y literaria (CCLL): Utilización de textos científicos en las lenguas oficiales de la CAV, así como en una lengua extranjera.

- Trabaja determinados contenidos a través de textos científicos en inglés.
- Domina la principal terminología de los materiales poliméricos en inglés.

Esta competencia concretamente se puede evaluar a través de las rúbricas del portfolio (Tabla 7), debate (Tabla 8) e informe de laboratorio (Tabla 10) en las cuales se precisa la utilización de diversas fuentes bibliográficas.

3. Competencia social y cívica (CSC): Valoración de las implicaciones positivas y negativas de los polímeros en la sociedad y el medioambiente. Fomento de la elaboración de mecanismos para actuar de forma responsable y autónoma como ciudadanos.

- Conoce y evalúa los factores de riesgos derivados de la mala gestión de los materiales poliméricos.
- Trabaja en la resolución de las cuestiones planteadas en el aula de forma colaborativa con el resto de compañeros.

La evaluación de esta competencia se puede llevar a cabo a través de la realización y participación en el debate (Tabla 8), así como la realización de las distintas actividades vinculadas con el reciclado que se deben incluir en el portfolio (Tabla 7).

3.6. Contenidos de la unidad didáctica

Los contenidos conceptuales a trabajar en esta unidad didáctica se diferencian en dos apartados dentro de la fase de desarrollo (Tabla 4).

Tabla 4. Contenidos conceptuales de la unidad didáctica.

FASE DE DESARROLLO
1. La identidad de los polímeros y sus propiedades.
<ul style="list-style-type: none">• Definición de polímero. Principal proceso de obtención (Polimerización).• Historia de los polímeros.• Clasificación de los polímeros: de acuerdo a su origen, monómero que lo conforma, carácter orgánico, estructura y propiedades físicas.• Estructura física: amorfo, cristalino, temperatura de transición vítrea, temperatura de fusión y temperatura de cristalización.• Polímeros naturales y sintéticos más habituales en el uso cotidiano.• Obtención experimental de un biopolímero a partir de leche y una pelota saltarina a partir de bórax.• Aplicaciones de los polímeros.• Procesado de los diferentes polímeros: extrusión, soplado, inyección, etc.
2. La relación de los materiales poliméricos y el medioambiente.
<ul style="list-style-type: none">• Impacto social y ambiental del uso masivo de estos materiales.• Símbolos y abreviaturas de reciclado de los plásticos cotidianos.• Las 3R (reducir, reutilizar y reciclar).• Métodos de reciclado.• Degradabilidad de los materiales.• Obtención de polímeros biodegradables a partir de recursos naturales.• Relación entre la ciencia, el avance de la tecnología y el medioambiente.

3.7. Metodología

Desde el punto de vista de la integración pedagógica, las situaciones, escenarios o contextos son el punto de partida y eje de adquisición de las competencias básicas, así como de la competencia científica. Para el desarrollo de esta unidad didáctica se propone el **uso combinado de la metodología de conflicto cognitivo y metodología expositiva**, cuyas bases teóricas se han expuesto en el marco teórico de este trabajo (puntos 2.3 y 2.4).

Los polímeros desempeñan un papel importante en la vida cotidiana de los alumnos, pues forman parte de la mayoría de objetos con los que interaccionan, pero generalmente desconocen el fundamento científico detrás de los mismos. Esto provoca que los alumnos malinterpreten conceptos acerca de los polímeros, ya sea por la explicación errónea que se hace uno mismo, como por la cultura popular o una mala información. En vista de esto, se propone utilizar estas metodologías con el fin de lograr un aprendizaje significativo a partir de un cambio conceptual hacia una visión más explicativa que se acerque a la teoría científica.

De acuerdo con lo mencionado en el marco teórico (punto 2.3), la provocación y resolución adecuada de los conflictos cognitivos requiere que la situación didáctica reúna ciertas condiciones (Pozo & Gómez Crespo, 2006):

1. El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones.
2. Debe haber una concepción que resulte entendible para el alumno.
3. Esa concepción debe resultar además creíble para el alumno.
4. La nueva concepción debe parecer más potente que sus propias ideas.

En vista de esto, para llevar a cabo la combinación de las metodologías seleccionadas, la secuencia a desarrollar que se propone con las actividades de esta unidad es la siguiente:

1. Se propone una tarea que active los conocimientos o la teoría previa de los alumnos. Esto sirve para que el profesor conozca las concepciones alternativas de los alumnos y para que además éstos tomen conciencia de sus propias ideas.

2. Enfrentamiento de las ideas previas con situaciones conflictivas, mediante la presentación de datos o la realización de actividades. Eventualmente los alumnos no serán capaces de resolver de modo productivo esos conflictos, por lo que el docente presentará teorías científicas alternativas. De este modo el alumno se dará cuenta de los límites de su teoría con la que quedará insatisfecho sustituyéndola por otra más próxima al saber científico (presentada por el profesor).

3. Se consolidan los conocimientos adquiridos mediante la enseñanza expositiva, donde el profesor expone más contenidos y teorías con nuevas situaciones, que los alumnos integran a las previamente asimiladas, de modo que pueden generalizar y aplicar los conocimientos científicos adquiridos para explicar nuevas situaciones comprobando su eficacia.

3.8. Temporalización

En la tabla 5 se presenta la temporalización de la unidad dividida en 13 sesiones (cada sesión tendrá una duración máxima de 55 minutos) y se vinculan con los objetivos didácticos de la unidad, los contenidos y las competencias a trabajar. Asimismo, se indica el instrumento de evaluación para cada actividad.

Tabla 5. Distribución temporal de las actividades.

Sesión	Obj.	Act.	Contenido	Tpo. (min)	Compe.	Inst. de evaluación
1	1	1.1	- Introducción a la ciencia de los materiales poliméricos.	15'	CVNVyD CCN CC	Observación
		1.2		20'		
		1.3		20'		
2	1	2	- Historia de los polímeros.	55'	CVNVyD CCN CC	Rúbrica. (El cronograma se incluirá en el portfolio)
3	2	3	- Clasificación de los polímeros. - Estructura física.	55'	CVNVyD CAAP CCN CC	Rúbrica. (El mapa conceptual se incluirá en el portfolio)
4	7	4 4.1	- Aspectos principales del método científico. - Polímeros sintéticos y naturales.	55'	CVNVyD CAAP CCN CC CCLL	Observación
5	3	4.2 4.3	- Experimentación. (Obtención de un biopolímero a partir de leche y una pelota saltarina a partir de bórax).	55'	CVNVyD CCN CIEE CAAP CC CCLL	Rúbrica. (Informe de laboratorio)
6	4 7	5.1	- Código de identificación de los plásticos – Reciclado. -Aplicaciones de los polímeros.	15'	CVNVyD CAAP CC CCLL CSC	Observación.
		5.2		25'		
		5.3		15'		
7	4 7	6.1	-Procesado de polímeros: extrusión, soplado, inyección. - Obtención de polímeros de origen natural.	55'	CVNVyD CAAP CCN CC CCLL	Observación.
8	4 7	6.2	- Presentaciones, sobre los procesos de fabricación de objetos poliméricos cotidianos. - Presentaciones sobre la obtención de polímeros biodegradables a partir de recursos naturales.	55'	CVNVyD CCN CIEE CCLL	Rúbrica. (Presentación oral con carácter formal)

9	7	7	- Mapa mental / conceptual de los contenidos adquiridos hasta el momento.	20'	CVNVyD CAAP CCN CIEE CC CSC	Rúbrica. (El mapa conceptual se incluirá en el portfolio)
	5 6	8	- Impacto social y ambiental del uso masivo de los materiales sintéticos. - Las 3R (reducir, reutilizar y reciclar). - Degradabilidad de los materiales.	35'		Observación.
10	1 2 5 6	9	- Regulación del conocimiento.	55'	CAAP CAS	Rúbrica. (La ficha se incluirá en el portfolio)
11	6 7	10	- Métodos de reciclado. - Polímeros biodegradables.	55'	CVNVyD CAAP CCN CC CCLL	Rúbrica. (El texto se incluirá en el portfolio)
12	8	11	- Todos los contenidos de la unidad didáctica.	45'	CVNVyD CIEE CAAP CCN CAS CC CSC	Rúbrica. (El debate)
		12		10'		
13	Evaluación de la estructura conceptual					Rúbrica. (Para evaluar la pertinencia, la coherencia de las respuestas, así como el uso de los recursos conceptuales.

3.9. Actividades

FASE INICIAL: Se plantea un problema relacionado con el uso actual de los polímeros, sus funciones y su gestión como residuo. La descripción del problema trata de acercar al alumno a una realidad cotidiana enfocada hacia el punto de vista químico. En esta fase se realiza una lluvia de ideas sobre la situación planteada para conocer los conocimientos o ideas de los alumnos sobre el tema. Además de conocer los requerimientos de la situación-problema se aprovecha para planificar con los alumnos el trabajo a realizar a lo largo de la unidad, se acuerda qué van a aprender y para qué. Es favorable promover interacciones que favorezcan la verbalización y concreción de los objetivos de la unidad de trabajo que se inicia. Asimismo, al comienzo de la unidad, el profesor planteará la evaluación continua y la importancia de desarrollar la competencia científica.

➤ SESIÓN 1

Actividad 1.1: Actividad de posicionamiento

El propósito de esta actividad es promover el uso e integración del contenido científico y conocer las habilidades que se desarrollarán a lo largo de la unidad. Siguiendo la metodología del conflicto cognitivo, con esta actividad se pretende iniciar la primera fase de la metodología, identificar las ideas previas de los alumnos. El profesor comparte el documento donde se encuentra el enunciado de la situación-problema con los alumnos a través del ordenador y lo leen en voz alta entre todos (5'). A continuación, los alumnos anotarán de manera individual las respuestas que se les ocurran para las preguntas que se plantean en un documento digital que compartirán con el profesor a través de *google drive* (10'). El texto con la situación-problema se adjunta en el Anexo I.

El motivo por el que se indica la realización individual de las respuestas reside en querer conocer las posibles concepciones alternativas de cada alumno para así en posteriores actividades hacer referencia a ellas. El profesor será el encargado de mencionarlas cuando las actividades así lo faciliten y podrá guiar a los alumnos hacia el cambio de dichas concepciones por otras más científicas. Asimismo, con el texto planteado se trabaja la competencia de comunicación verbal, no verbal y digital (CVNVyD) ya que se van familiarizando con el uso de la nueva terminología y van comunicando las ideas de forma digital.

Actividad 1.2: Lluvia de ideas

El objetivo de esta actividad sería poner en común el conjunto de ideas de la clase sobre el tema planteado y que traten de llegar colectivamente a una síntesis, conclusiones o acuerdos comunes, fomentándose de este modo la competencia para convivir (CNN). Esta actividad al igual que la anterior, tiene como eje la primera fase de la metodología del conflicto cognitivo.

En primer lugar, los alumnos se organizan en grupos de 3-4 personas máximo para facilitar la comunicación de ideas y su participación en la actividad. Los miembros del grupo deberán compartir sus percepciones e ideas sobre los polímeros partiendo de la lectura del enunciado anterior. De esta manera se produce una interacción interpersonal donde se valorará que tomen una actitud respetuosa y empatía con el resto de componentes del grupo (10'). Después, el docente irá dando paso a que los portavoces de cada grupo expresen sus ideas al resto de la clase, mientras que son anotadas en la pizarra digital (10'). El documento que se elabore lo compartirá con los alumnos a través de *google drive* para que al finalizar la unidad didáctica puedan evaluar y valorar los conocimientos aprendidos. El profesor conoce

los conceptos que se van a trabajar a lo largo de la unidad por lo que debe estar ágil para plantear alguna pregunta más (ej.: ¿a nivel molecular como se presentan los polímeros?) que le permita conocer más en detalle los conceptos que desconocen.

Actividad 1.3: Actividad de sondeo.

El objetivo de esta tarea es continuar con el análisis de las ideas previas y generar un conflicto cognitivo, iniciando la segunda fase de la metodología. Para ello, el profesor recogerá toda la información posible durante esta tarea anotando los comentarios que escuche, y las cuestiones que presenten los alumnos. Al final, analizará lo anotado con el fin de determinar los conocimientos previos de los estudiantes, y aquellas ideas alternativas que existan en ellos y así iniciar la presentación de teorías científicas alternativas (segunda fase del conflicto cognitivo) con las cuestiones que se plantean.

Para comenzar con esta actividad, el profesor lanza la siguiente pregunta:

¿Qué aplicaciones concretas consideráis que tienen los polímeros?

Los alumnos deberán anotar las aplicaciones que se les ocurran en una tabla sin consultar en internet (2'). Después, observarán el video titulado "Las aportaciones de la Química a todos los ámbitos de la sociedad" (Foroquimicaysociedad, 2011) (4'), hasta en dos ocasiones si es necesario, para añadir otras aplicaciones no mencionadas. A continuación, comentarán entre todos las distintas aplicaciones observadas y el profesor en este caso siguiendo la enseñanza expositiva aprovechará para destacar la terminología que se irá utilizando en la unidad didáctica, así como para comentar las propiedades y beneficios de los polímeros que se reflejan en el video (Anexo I, Tabla 1.1) (10'). Los alumnos aprovecharán para completar o modificar la tabla con la terminología correcta, iniciándose así el desarrollo de la competencia científica (CC).

Para finalizar con esta actividad el profesor lanzará la siguiente pregunta con la que se pretende que los alumnos comenten entre ellos el desarrollo de la sociedad y la tecnología gracias al diseño de los polímeros (4'). De este modo se fomentará el desarrollo tanto de la CVNVyD como de la CCN.

¿Hasta qué punto consideráis que los avances en medicina y las comunicaciones en los últimos 100 años se han debido al desarrollo de los materiales poliméricos?

FASE DE DESARROLLO: En este apartado se desarrolla la mayor parte de actividades de enseñanza-aprendizaje. Se plantean actividades que pretenden facilitar la adquisición de nuevos conocimientos, nuevas experiencias, conceptos, procedimientos, informaciones, técnicas, etc. Para lograr este objetivo la interacción entre los alumnos cobra gran importancia. Igualmente, las actividades que se plantean tratan de promover la reflexión y verbalización acerca del proceso realizado. Además, se disponen de actividades para reorganizar los nuevos saberes adquiridos.

➤ **SESIÓN 2**

Actividad 2: Actividad de aproximación

El propósito de esta tarea es dar una visión histórica-contextualizada sobre el origen de la ciencia de los polímeros. Para ello, se recurre a una enseñanza expositiva donde se establece una relación entre la nueva información aportada por el docente y los conocimientos presentes en la estructura conceptual del alumno. El profesor comparte con los alumnos a través del ordenador una entrada de blog (Cobos Monica, 2018) que tiene como título “La oferta que inició la Edad del Plástico” (Anexo I). Los alumnos por su parte realizarán los siguientes apartados:

1. Deberán leer el texto y realizar una línea temporal del descubrimiento de diferentes polímeros partiendo de la información aportada en el texto y con aquella que busquen en la web. El cronograma lo realizarán utilizando la plataforma PowerPoint (25’) y lo adjuntarán al portfolio (cuaderno digital de obligado cumplimiento donde los alumnos deben subir las actividades significativas que el profesor selecciona) para que el profesor pueda evaluarlo.

En el Anexo I (Tabla 1.2) se facilita una tabla para los docentes como guía de la información que pueden encontrar los alumnos en la red, pero no por ello se les pedirá ajustarse a dicha tabla, pues presenta mucha información. Al finalizar la tarea, si el docente lo considera oportuno, puede compartir con los alumnos infografía sobre los avances de los polímeros en el tiempo para que estos contrasten la información aportada en sus cronogramas (Anexo I, Figura 1.1).

2. Aprovechando la información del texto (blog), los alumnos deberán encontrar la fórmula molecular de los polímeros que se mencionan, además del PMMA, PLA, ABS y PVA, y dibujarlas en el cuaderno de la asignatura, así como identificar los grupos funcionales de la estructura química. De este modo, se irán familiarizando con distintas estructuras monoméricas y la forma de representar los polímeros (10’), trabajando por tanto la competencia científica (CC).

Para cerrar esta actividad, el profesor planteará la siguiente situación con cuestiones a comentar y generar así un conflicto cognitivo en los alumnos.

Marta es una joven de 18 años que vive en un poblado un tanto particular donde los polímeros no se conocen. Esto hace que se den situaciones que para nosotros serían inimaginables, pues ponte en la situación de tu teléfono móvil fuera un pesado artilugio de hierro o incluso que tu teclado y ordenador fueran de madera, lo que ayudaría a que prendiesen fuego con facilidad. Piensa que los coches no tendrían ruedas de caucho, tendrían que funcionar con madera como hacían en el pasado los carruajes y así infinidad de cosas. Los objetos poliméricos que son parte de nuestra cotidianidad, sin duda, mejoran la calidad de vida del hombre.

¿Conoces que las lentes que mejoran su visión, los trajes que usan los nadadores olímpicos, el cepillo de dientes, la suela de los zapatos, contienen un elemento común? Aunque no lo parezca todos estos objetos contienen carbono, el elemento principal de las estructuras macromoleculares de las que tanto hablamos, los polímeros. Dicho esto, ¿qué importancia tienen los polímeros en tu vida?, ¿qué otro material podría reemplazarlos? Justifica tu respuesta.

3. Debatir en grupos de 4 alumnos la posible resolución de las cuestiones planteadas (20'). El docente irá tomando notas sobre la participación y aporte de ideas de los estudiantes para evaluar la interacción grupal y la actitud respetuosa y empática de los miembros del grupo.

Por consiguiente, a partir de la realización de los distintos apartados de esta actividad se desarrolla la CVNVyD, ya que se incorpora nuevo vocabulario científico específico de materiales poliméricos, a la vez que se comunican las ideas de forma digital. Otra competencia desarrollada es la CCN pues los estudiantes deberán expresar sus opiniones de manera asertiva y cooperarán con sus compañeros. Por último, la competencia científica (CC) también ocupa un lugar destacado en la actividad ya que se espera que los alumnos realicen hipótesis sobre posibles aplicaciones de los materiales poliméricos y las contrasten en el grupo de forma razonada.

➤ **SESIÓN 3**

Actividad 3: Actividad de comprensión y estructuración

El objetivo de esta actividad es que los alumnos identifiquen y diferencien los tipos de polímeros para comprender su naturaleza y aplicación. Para ello, inicialmente el profesor recurrirá a la enseñanza expositiva, concretamente al segundo paso, es

decir, a la presentación del contenido conceptual por medio de un video que tiene como título “Clasificación de los polímeros” (PuntajeNacional Chile, 2013) (7’). Los alumnos por su parte después de atender a la información mostrada en el video deberán realizar las siguientes tareas:

1. Contestar de manera individual en el portfolio las siguientes cuestiones (10’):
 - Explica brevemente la polimerización por condensación y adición.
 - ¿En qué consiste la vulcanización del caucho?
 - ¿Los polímeros más habituales son inorgánicos? Razona tu respuesta.
 - El polietileno (PE) es un polímero termoplástico. Al polietileno de cadena lineal se le llama PEAD (HDPE en inglés) y se utiliza para fabricar recipientes de gran capacidad, como bidones. Al de cadena ramificada se le llama PEBD (LDPE en inglés) y es empleado en la fabricación de bolsas plásticas. ¿Por qué tienen diferentes usos?

Después para reforzar los lazos y relaciones conceptuales establecidas, los alumnos procederán a la realización de un mapa conceptual (relacionado con el tercer paso de la enseñanza expositiva).

2. Utilizando *Lucidchart* (Lucidchart, 2019) u otra aplicación similar (*Cmaps* (Florida Institute for Human & Machine Cognition, 2019), PowerPoint (Microsoft, 2019), etc.), realizar un mapa conceptual con toda la información mostrada en el video (20’). Una vez finalizado se incluirá en el portfolio para su evaluación (actividad significativa seleccionada por el docente). Los alumnos pueden compartir información con los compañeros, así como volver a ver el video (PuntajeNacional Chile, 2013). El mapa que los estudiantes deberán elaborar tiene que contener más o menos los apartados que se muestran en la figura 4.

Mientras elaboran el mapa conceptual, el profesor planteará cuestiones como las siguientes para favorecer que los alumnos desarrollen la competencia de aprender a aprender y a pensar (CAAP). De esta manera la metodología empleada por el docente se dirige hacia la tercera fase del conflicto cognitivo, pues después de presentar las teorías alternativas en relación con la clasificación de los polímeros, los alumnos deben abandonar la concepción previa de que todos se clasifican como plásticos y aplicar las nuevas teorías o conocimientos adquiridos.

¿Conocíais la existencia de tantos tipos de polímeros?, ¿cómo clasificaríais el salpicadero de los automóviles?, ¿y la queratina del pelo

y uñas?, ¿y los materiales empleados para la fabricación de tablas de surf?, ¿el papel higiénico contiene polímeros?

3. Después, con el fin de conocer la estructura física de los polímeros (amorfo, cristalino, temperatura de transición vítrea, temperatura de cristalización, etc.) a través del conflicto cognitivo, el docente planteará las siguientes cuestiones, que los alumnos deberán comentar en grupo grande y profundizar para llegar a una respuesta conjunta (18’).

- ¿Alguna vez habéis dejado un cubo plástico a la intemperie durante el invierno y se ha rasgado o roto con mayor facilidad que durante el verano?, ¿por qué creéis que esto sucede?

- ¿Por qué los chicles cuando los estamos mascando son flexibles y moldeables y se estiran mucho, pero si los dejamos en la nevera se vuelve duros y si los estiramos se rompen?

- ¿Por qué las botellas plásticas se deforman al sol?

- ¿Todos los polímeros tienen temperatura de fusión y de degradación?, ¿qué les ocurre a las cadenas poliméricas en dichas temperaturas?

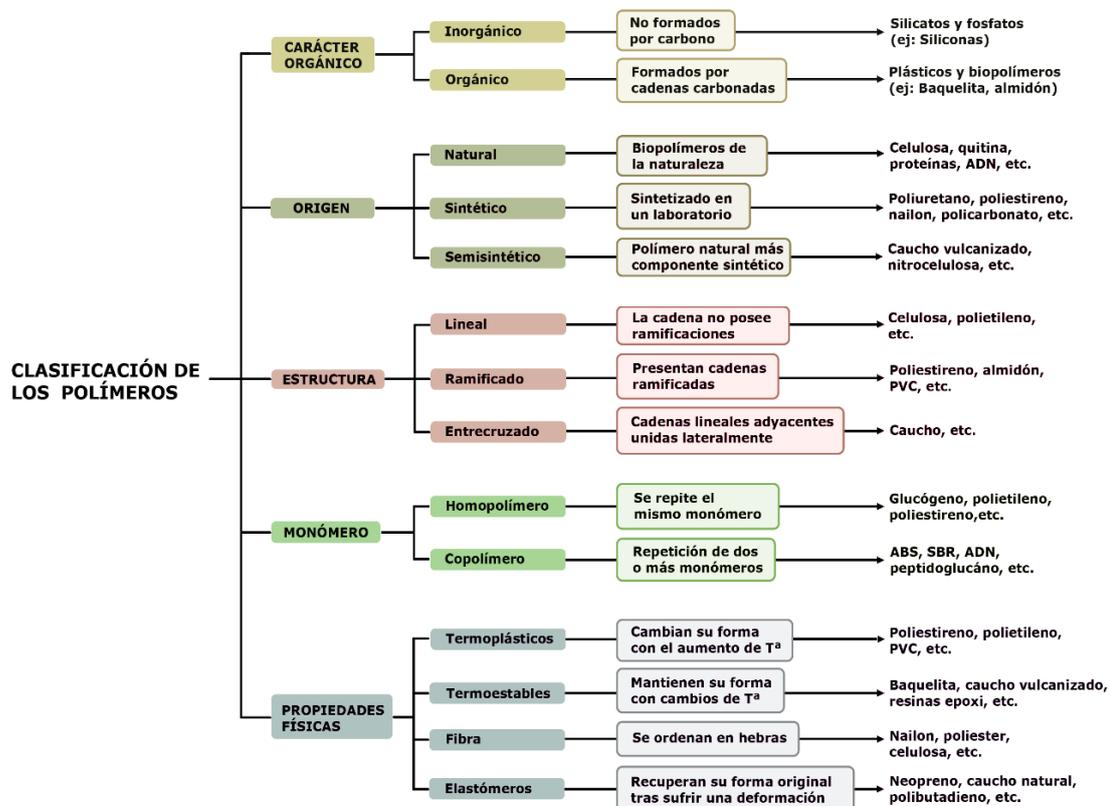


Figura 4. Clasificación de los polímeros.

Inicialmente los estudiantes no serán capaces de resolver las situaciones con explicaciones cercanas a la realidad científica. Enfrentarán sus ideas previas con estas situaciones conflictivas, por lo que el docente después de darles unos minutos para que compartan sus ideas o hipótesis, aprovechará para presentar la teoría científica alternativa a través de una demostración con un chicle congelado que luego pone a 37 °C para simular la temperatura del cuerpo humano (demostrado la existencia de la temperatura de transición vítrea y presentando el significado de la temperatura de fusión en los polímeros). Los alumnos así podrán abandonar sus concepciones previas e interiorizar la razón científica de dichas cuestiones. Después, para consolidar estos contenidos, el docente empleando la enseñanza expositiva, conectará estas características con las propiedades de los materiales, generando por tanto que los alumnos refuercen los lazos y relaciones conceptuales establecidas. En el Anexo I se adjunta un pequeño texto que puede resultar de apoyo para el docente.

Respecto a las competencias, la realización de esta actividad permite el desarrollo de CVNVyD, CAAP, CNN y CC, ya que incorporan a su vocabulario científico la clasificación de los polímeros, a la vez que presentan la clasificación en un mapa conceptual, herramienta que permite aprender a aprender y pensar (CAAP). Asimismo, comparten sus ideas en grupo de manera asertiva (CNN) y desarrollan la competencia científica planteando hipótesis sobre las posibles clasificaciones de los polímeros mencionados en el texto y trabajan contenidos relacionados con la estructura química.

➤ SESIÓN 4

Actividad 4: Práctica de laboratorio

Con el objetivo de trabajar los aspectos principales del método científico se planteará la realización de dos prácticas de laboratorio. Por un lado, la fabricación de un biopolímero a partir de leche y por otro la fabricación de una pelota saltarina partiendo de bórax. Para comenzar el docente presentará las siguientes cuestiones:

¿Qué polímero contiene la leche?, ¿podríamos extraerlo?

¿Las pelotas saltarinas de que están hechas?, ¿podríamos fabricar una?

Los alumnos agrupados en parejas deberán reflexionar y plantear sus hipótesis en relación a lo sugerido por el profesor. Después, compartirán las hipótesis con el resto de compañeros y el profesor irá guiándoles en el análisis cualitativo de las situaciones (15'). Esto permite trabajar la segunda fase del conflicto cognitivo, es decir, la realización de experiencias que den lugar a un conflicto cognitivo, ya que los polímeros no solo están presentes en objetos, sino que también pueden extraerse de los alimentos.

Tarea 4.1: Elaboración del diseño experimental

Antes de ir al laboratorio los alumnos deberán trabajar la planificación del diseño experimental. Para ello, estando en el aula, cada pareja escogerá una de las cuestiones y diseñará el procedimiento experimental que llevarían a cabo en el laboratorio por lo que deberán consultar distintas fuentes de información en la web. Redactarán un documento digital que contenga el objetivo, los materiales e instrumentos que requieren, un dibujo del montaje que vayan a emplear y el procedimiento a realizar. Asimismo, deberán citar las fuentes de información consultadas (estilo Vancouver) (40'). El objetivo de esta parte es asumir la importancia de planificar las acciones del laboratorio, así como reconocer la importancia de aprender a iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje para obtener unos resultados, cuestión directamente relacionada con la competencia de aprender a aprender y pensar (CAAP).

Durante el proceso si el docente observa que los alumnos tienen dificultades, podrá facilitarles los siguientes videos:

1. Cómo fabricar un biopolímero a partir de leche (Menéndez, 2014) (3'):
2. ¿Cómo hacer una pelota saltarina?(Foster, 2015) (2'):

Una vez finalizado el documento lo compartirán con el profesor a través de *google drive* para que este dé el visto bueno y puedan pasar a la parte experimental en el laboratorio. El procedimiento a seguir en cada práctica se adjunta en el Anexo I.

Con respecto a las competencias, la realización de esta acción permite que los alumnos trabajen el planteamiento de hipótesis de forma correcta y concisa utilizando la terminología científica y presentarla en un documento digital (CVNVyD). Además de la competencia CAAP antes mencionada, siendo un trabajo en parejas también desarrollan la competencia para convivir (CNN), trabajarán de manera cooperativamente. Deberán buscar información del proceso a realizar en el laboratorio, por lo que en ocasiones manejarán textos científicos en inglés, lo que les permite desarrollar la competencia de comunicación lingüística y literaria (CCLL). Finalmente, tratándose de un proceso experimental con todos los pasos del método científico desarrollarán la competencia científica (CC). Los recursos para esta parte residen principalmente en el uso del ordenador y fuentes de información, pues la parte experimental se realiza en otra sesión.

➤ SESIÓN 5

Tarea 4.2: Experimentación en el laboratorio

Antes de comenzar con la experimentación el profesor introducirá las normas básicas de un laboratorio a través de la enseñanza expositiva empleando un video que

tiene como título “Comportamiento en prácticas de laboratorio con riesgo químico. Normas básicas” (8’) (Universitat Politècnica de València - UPV, 2018). Después cada pareja, seguirá el procedimiento experimental diseñado en la actividad 4.1 (25’). El profesor irá supervisando los pasos que realicen las distintas parejas.

Al finalizar cada pareja deberá anotar las propiedades finales que presentan los productos obtenidos e identificar qué proceso de reacción ha tenido lugar.

Los recursos principales para poder realizar esta actividad son los siguientes: batas para todos los alumnos, guantes, gafas de seguridad y espacio seguro en el laboratorio. Los materiales y reactivos necesarios para la fabricación de un biopolímero y una pelota saltarina, se detallan en el Anexo I.

En relación con las competencias, esta tarea permite desarrollar las competencias antes mencionadas en la tarea 4.2, además de la competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE), pues realizan acciones planificadas y efectúan los ajustes necesarios para llegar a un resultado.

Tarea 4.3: Memoria científica

Para terminar con los aspectos principales del método científico, los alumnos deberán reflexionar y analizar los resultados obtenidos, así como contrastarlo con los compañeros. Cada pareja deberá elaborar una memoria científica con todo lo realizado donde plasmarán sus hipótesis iniciales, el procedimiento experimental (diseñado en la tarea 4.1), los resultados y descripción de los materiales obtenidos, así como su clasificación de acuerdo a lo aprendido en las actividades previas, la identificación del proceso de reacción y las conclusiones finales (22’). El objetivo de esta tarea es finalizar con todos los pasos del método científico, recoger los resultados y conclusiones en un informe digital. El profesor evaluará el informe empleando una rúbrica específica (Tabla 10), pero evaluarán un único informe por pareja para tratar de potenciar la dimensión colectiva de la ciencia.

En definitiva, la actividad **práctica del laboratorio** (tarea 4.1, 4.2, 4.3) permite desarrollar la competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital (CVNVyD) ya que los estudiantes emiten hipótesis, elaboran informes escritos sobre el procedimiento realizado, realizan dibujos que reflejen la parte experimental y debaten los resultados obtenidos con los compañeros empleando un vocabulario específico. Por ello, este trabajo garantiza el desarrollo y mejora de la expresión oral y escrita. Por otra parte, salir del aula para ir al laboratorio permite interactuar directamente con el mundo científico, pues miden, observan, anotan, diseñan experimentos, manipulan instrumentos, manejan sustancias, etc. numerosas acciones que acercan a los estudiantes al mundo científico. Trabajar en pequeños grupos

estimula un comportamiento social adecuado (CNN), pues los alumnos tienen que tener en cuenta las opiniones de los demás y ponerse de acuerdo entre ellos para desarrollar un trabajo en común. Siendo una actividad que requiere de cierta planificación, los alumnos desarrollan la competencia de aprender a aprender y a pensar (CAAP), así como la competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE). Tratándose de una práctica con distintos apartados relacionados directamente con el método científico, es indiscutible que los alumnos desarrollan la competencia científica (CC), siguen los pasos de la investigación científica. Finalmente, recurrir a fuentes de información generalmente en inglés para contrastar los resultados obtenidos implica que los alumnos desarrollan la competencia en comunicación lingüística y literaria (CCLL).

➤ SESIÓN 6

Actividad 5: Actividad de consolidación

En este momento los alumnos ya conocerán la clasificación de los polímeros en base a su carácter orgánico, origen, estructura, monómero y propiedades físicas. Esta actividad tiene como objetivo conocer el código de identificación de los plásticos más habituales para saber cómo diferenciar el reciclado, lo que permite el desarrollo de la competencia social y cívica (CSC). Además, se aprovechará para buscar información y profundizar sobre las aplicaciones de los polímeros favoreciendo la competencia en comunicación lingüística y literaria (CCLL), pues recurrirán a artículos científicos.

Tarea 5.1: Tomando notas

En esta parte el profesor promoverá la toma de apuntes manual para favorecer el desarrollo de la competencia escrita. Del mismo modo, guiará a los alumnos en el aprendizaje del reciclado de los polímeros de uso cotidiano. Para ello, reproducirá el video titulado “Clasificación de plásticos” (Todos Somos Reciclaje, 2017) (7’) e indicará a los alumnos la necesidad de ir anotando aquello que consideren importante, pues luego deberán realizar otra tarea con dicha información. Con la intención de seguir con la metodología del conflicto cognitivo y generar un conflicto en los alumnos el docente planteará la siguiente cuestión:

Todos los plásticos al contenedor amarillo y luego, ¿cómo se diferencian unos de otros? ¿Es importante conocer los tipos de polímeros que tiramos?

La información que se muestra a continuación puede ser empleada por el profesor antes de presentar el video.

El Código de Identificación de Plásticos nace en 1988 a manos de la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) con la intención de favorecer y dar más eficiencia al reciclaje. En la actualidad este sistema se utiliza internacionalmente en el sector industrial para distinguir la composición de resinas en los envases y otros productos plásticos. Los diferentes tipos de plástico se identifican con un número del 1 al 7 ubicándolo en el interior del símbolo de reciclado.

Los alumnos deberán realizar los siguientes apartados:

1. Tomar notas durante el video (7’).
2. Completar las primeras dos columnas de la Tabla 1.3 que se facilita en el Anexo I con la información anotada (8’).

Tarea 5.2: Ampliando la información

Con el fin de ampliar el conocimiento sobre las características de los materiales antes mencionados, en esta parte se pretende formar a los alumnos en la búsqueda de información en diferentes fuentes bibliográficas, concretamente en artículos científicos. Para ello, el docente les guiará en el manejo de los canales de búsqueda científicos (*PubMed* (NCBI, 2019), *Scifinder* (ACS, 2019), etc.) por lo que primero hará una pequeña demostración de una búsqueda (polymer for food, polyethylene terephthalate, etc.) y los alumnos intentarán repetir los pasos en sus ordenadores (10’). Además, el docente a lo largo de la actividad tratará de resolver las dudas que aparezcan en relación a la terminología que se emplea cuando se habla de las características de los polímeros. Los alumnos por su parte deberán completar la columna de las características con la información que localicen (20’). Al finalizar, la tabla de los alumnos deberá contener más o menos la información que se muestra en el Anexo I (Tabla 1.4) en relación con esta actividad.

Las principales competencias que se trabajan con esta actividad corresponden a la CCLL, ya que deberán lidiar con publicaciones científicas en inglés y a la CAAP pues deberán localizar, seleccionar y organizar la información más relevante que encuentren, así como CVNVyD puesto que incorporan vocabulario específico relacionado con las propiedades de los materiales poliméricos (alta resistencia al impacto, termo-resistente, etc.). Además, al reconocer las propiedades físico-químicas de los materiales estarán desarrollando la competencia científica (CC).

Tarea 5.3: Las aplicaciones

Con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre las diversas aplicaciones de estos materiales en la sociedad, los alumnos deberán investigar sobre alguna aplicación concreta de los polímeros (destacando las propiedades específicas) en el campo de la medicina, comunicación o el deporte. Para ello, se organizarán en grupos

de 4 personas como máximo y buscarán la información en la web para posteriormente compartirla como equipo con el resto de la clase (10'). Con esta actividad no se busca que preparen una presentación, sino que practiquen la comunicación empleando el lenguaje científico adquirido a lo largo de la unidad por lo que se desarrolla la CVNVyD y la CCN al ser un trabajo colaborativo.

➤ **SESIÓN 7**

Actividad 6.1: Actividad de ampliación

Para presentar la actividad y hacer reflexionar a los alumnos el docente planteará dos situaciones, de acuerdo a la segunda etapa del conflicto cognitivo:

1) Las bolsas de basura, los vasos y cubiertos desechables, las botellas, los tapones y neumáticos, todos se fabrican con materiales poliméricos, pero ¿estos objetos se fabrican siguiendo los mismos procesos?

2) Cuando se habla de materiales poliméricos con origen natural, como el quitosano o el poliácido láctico (PLA) se tiende a pensar que se obtienen directamente de plantas o animales sin ningún tipo de procesamiento, ¿es esto cierto?, ¿por qué se conocen como materiales biodegradables?

Los alumnos se organizarán en grupos de 4-5 personas y deberán escoger una de las dos situaciones planteadas (el docente intentará que la elección de la situación-problema sea equilibrada en la clase). Los grupos investigarán sobre el proceso fabricación de un objeto cotidiano o el proceso de obtención de dos polímeros con origen natural a partir de la información que encuentren en internet o revistas científicas (25'). Deberán trabajar de manera colaborativa, pues tendrán que preparar una presentación de PowerPoint de 10 minutos máximo para explicar al resto de compañeros los conocimientos adquiridos (30'). Además de la presentación se deberá incluir un resumen de 300 palabras de la misma con las fuentes de información consultadas (estilo Vancouver). Esta actividad tiene por objetivo el análisis de los distintos métodos de procesado de los polímeros para la fabricación de productos de uso cotidiano y el proceso de obtención de polímeros biodegradables a partir de recursos natural. Con ello se espera que los estudiantes empleen diversas fuentes bibliográficas (CCLL), utilicen una expresión oral clara demostrando capacidad de síntesis y con una terminología adecuada (CVNVyD), así como que reconozcan sus ideas preconcebidas respecto a la fabricación de los productos plásticos cotidianos y que abandonen esas creencias por el nuevo conocimiento científico adquirido (CAAP), pasando así a la tercera etapa del conflicto cognitivo. Por último, también se tiene

como objetivo que aprendan a interactuar en equipo de forma respetuosa y empática (CCN). Tratándose de una actividad investigadora desarrollarán también la competencia científica.

Por otro lado, el profesor deberá ir supervisando las fuentes que consultan, así como el grado de participación en la elaboración del PowerPoint. Además, tratará de plantear distintas preguntas que guíen a los estudiantes en la elaboración de la presentación y resolverá las dudas que vaya surgiendo. Todo ello será evaluado a través de las rúbricas para evaluar el portfolio (el resumen se adjuntará en el portfolio) y la presentación grupal.

➤ **SESIÓN 8**

Actividad 6.2: Presentaciones

Los distintos grupos expondrán su presentación (5-10' por grupo), mientras el resto de alumnos tomará notas que después incluirán en el portfolio de la unidad didáctica que comparten con el docente para que éste pueda evaluar la atención a los compañeros. Al acabar, el resto de alumnos podrá realizar preguntas sobre cualquier duda surgida (5-10' por grupo). De esta forma se pretenden trabajar las competencias CVNVyD en el grupo que presenta el trabajo, la CCN durante el turno de preguntas, la CIEE valorando si son capaces de integrar todo lo aprendido y dar respuesta a las cuestiones que les plantean otros compañeros, así como la CCLL en base a la utilización de diferentes bases de datos y fuentes de información. Estas competencias serán evaluadas a través de las rúbricas para evaluar la presentación grupal y actitud.

➤ **SESIÓN 9**

Actividad 7: Actividad estructural

Este tipo de actividad está enfocada en la reorganización de los nuevos conocimientos y la construcción de vínculos entre los aprendizajes que se han venido realizando, correspondiente con la tercera etapa de la enseñanza expositiva. Con este fin, los alumnos deberán de hacer un esquema o mapa conceptual con los conocimientos adquiridos hasta el momento y lo añadirán a su portfolio (20'). Las competencias trabajadas con esta actividad serán la CVNVyD y la CAAP, ya que se pretende que los alumnos aprendan a hacer uso de un lenguaje científico específico, tengan capacidad de síntesis y muestren estrategias de aprendizaje y pensamiento riguroso, trasladando lo aprendido a otros contextos para ser más autónomos, en este caso a partir de la elaboración del mapa conceptual.

En la Figura 5 se muestra un ejemplo de lo que se pretende que los alumnos realicen. No obstante, cada estudiante tendrá su estilo y añadirá la información que

considere importante. La evaluación de esta actividad se llevará a cabo dentro de la rúbrica para evaluar el portfolio.

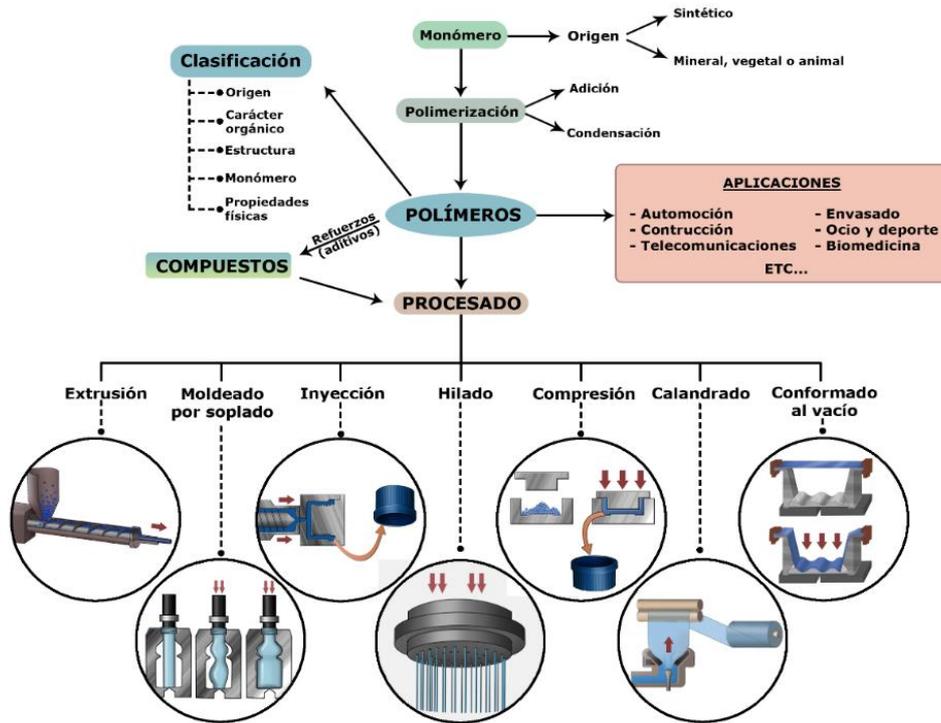


Figura 5. Mapa conceptual ilustrativo. (Fuente: Elaboración propia)

Actividad 8: Actividad de aproximación

Esta actividad tiene por objetivo introducir los aspectos negativos asociados a los polímeros y analizar su relación con el medioambiente. Asimismo, los alumnos podrán reconocer los residuos poliméricos domésticos y valorar las operaciones para reducirlos, reciclarlos y reutilizarlos.

El comienzo de la actividad se basa en la segunda etapa de la enseñanza expositiva donde el profesor compartirá con los alumnos tres videos que tienen como título “Contaminación Marina – Causas y Soluciones” (EcologíaVerde, 2018) (4’), “Los lugares más horribles del mundo: Isla de Plástico” (comentaYT, 2016) (8’) y “Las tres R: Reduce, Reutiliza, Recicla” (Freire, 2016) (10’).

Posteriormente, se llevará a cabo un aprendizaje cooperativo donde los alumnos deberán comentar en grupo grande sus reflexiones, la relación de la contaminación por polímeros con el funcionamiento del ecosistema y, por último, proponer estrategias para reducir, reciclar y reutilizar los residuos, así como fomentar el desarrollo de polímeros biodegradables. Para ello, deberán investigar sobre los procesos industriales del reciclado polimérico, sobre el tiempo de vida de los polímeros y la biodegradabilidad (10’). Asimismo, a lo largo de la sesión el docente podrá ir planteando más cuestiones adicionales que sirvan como conflicto y permitan

el empleo del conflicto cognitivo. Para finalizar con esta actividad los alumnos se organizarán en parejas y tendrán que diseñar un eslogan que tenga relación con la concienciación medioambiental en relación con los residuos poliméricos y las alternativas halladas (3').

A través de la realización de estas tareas se pretende que los estudiantes expresen sus ideas y conclusiones de manera asertiva y escuchando de forma activa y considerando los pensamientos de los demás (CCN), que sean proactivos y busquen soluciones a situaciones problemáticas, así como que valoren las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad (CIEE). Por último, se requerirá que evalúen los factores de riesgo derivados de una mala gestión de los materiales poliméricos y trabajen en la resolución de las cuestiones planteadas en el aula de forma colaborativa con el resto de compañeros (CSC).

➤ SESIÓN 10

Actividad 9: Actividad de regulación del conocimiento

La actividad está centrada en la tercera fase del conflicto cognitivo. Se espera que los alumnos tras la reestructuración de sus conocimientos puedan dar respuesta a otros problemas y reconocer el grado de adquisición de los conocimientos logrados hasta el momento. Para ello, el profesor planteará la realización de la ficha adjunta en el Anexo I de manera individual, y los alumnos por su parte deberán completar dicha ficha en el ordenador, pero sin acceso a la web, ni a los apuntes y la adjuntarán en el portfolio (30-40'). Después, realizarán la corrección de la ficha comentando las respuestas con los compañeros y el profesor (15'). Los alumnos deberán anotar los cambios de sus respuestas con otro color para que el profesor conozca la corrección.

A través de la elaboración de esta actividad se persigue que el alumno seleccione y organice la información más relevante que ha adquirido sobre los polímeros y sepa extrapolarla para resolver las cuestiones planteadas. Al ser capaces de responderlas el estudiante será consciente del grado de logro de lo aprendido y podrá identificar aspectos a mejorar desarrollando tanto la competencia CAAP como la CAS.

➤ SESIÓN 11

Actividad 10: Actividad de consolidación

Esta actividad se centra en la segunda etapa de la enseñanza expositiva aportándose nuevos contenidos conceptuales para no relegar toda la responsabilidad del aprendizaje al propio alumno. El objetivo reside en la incorporación de nuevos conceptos y terminología científica, así como en desarrollar la capacidad de síntesis

de los alumnos y acostumbrarlos a manejar publicaciones científicas en otros idiomas como el inglés.

Deberán leer y extraer la información más relevante del artículo titulado como “Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste” (Ragaert et al., 2017) en relación a la gestión de residuos poliméricos (reciclado químico, mecánico e incineración) para redactar en parejas un texto con una extensión máxima de dos caras (55’). De este modo, se busca desarrollar las competencias CVNVyD, CAAP, CCLL, CCN y CC. El docente les ayudará y guiará en la comprensión del texto científico. Esta actividad se incluirá en el portfolio digital y se evaluará a través de la rúbrica del portfolio.

FASE FINAL: El trabajo realizado hasta el momento ha permitido la adquisición de conocimientos, por lo que ahora es buen momento para volver a la situación-problema inicial y tratar de darle solución. Con este objetivo, en esta fase se realizan actividades de integración, con las que establecer relaciones y efectuar una interpretación global de la situación planteada. Con este tipo de actividades el alumno deberá comunicar los resultados del trabajo realizado y sus conclusiones.

➤ **SESIÓN 12**

Actividad 11: Debate

Esta actividad pretende que los estudiantes sean conscientes de las implicaciones de la ciencia de los polímeros en la tecnología y sociedad. Para ello, en relación con la metodología, esta actividad se enfoca en la segunda y tercera fase del conflicto cognitivo presentándoles un conflicto a través del debate. Esta actividad permitirá que el alumnado profundice en sus aprendizajes y que sea consciente de sus estrategias de aprendizaje y, por tanto, de las habilidades adquiridas, desarrollando así las competencias de aprender a aprender y aprender a ser (CAAP y CAS). También se acostumbrará a expresarse con un lenguaje científico y a respetar los tiempos de palabra (CVNVyD y CCN).

La clase se dividirá en dos grupos, pero todos los componentes actuarán en algún momento del debate como portavoces (dentro de cada grupo deberán turnarse para debatir). El docente tendrá el papel de moderador y si lo considera oportuno podrá intervenir con preguntas para ambos grupos. A cada grupo se le asignará un papel a defender. Uno de los grupos tomará el rol de empresarios de la industria polimérica (totalmente a favor de la fabricación de materiales poliméricos sintéticos, pues los conciben como imprescindibles para la sociedad actual), mientras que el otro grupo tendrá el rol de ser miembros de una organización a favor del cuidado

medioambiental (demandan el cese de la fabricación de materiales poliméricos sintéticos procedentes del petróleo).

Al inicio de esta actividad, cada grupo por separado, deberá discutir y preparar el rol que le hayan asignado. Para esta parte, dentro de los grupos se elegirá un coordinador que será quien vaya anotando las ideas u opiniones de los miembros del grupo. Entre todos deberán interpretar los datos que han obtenido durante el tiempo de preparación y estructurar distintos argumentos y conclusiones (20') para utilizarlos en el momento del debate fomentando la competencia científica (CC), además tendrán que ser capaces de asimilar la nueva información que les exponga el otro grupo y gestionarla para defender su postura, con ello se pretende que desarrollen también la competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE).

En el momento del debate, un miembro de cada grupo, haciendo de portavoz, tendrá un minuto para exponer su primer argumento a favor de su postura. Después, en la ronda de réplica, los portavoces de cada grupo cambiarán y tendrán otro minuto para exponer sus ideas, y así sucesivamente hasta que todos los miembros hayan participado en el debate (25'). El docente, por su parte, valorará la actividad a través de la rúbrica para evaluar el debate.

Para dar comienzo al debate, el profesor planteará las siguientes cuestiones:

¿Cómo afectaría a nuestra vida cotidiana la eliminación de cualquier polímero sintético? ¿consideráis que la ciencia, la tecnología y la sociedad podrían avanzar sin el desarrollo de los polímeros? ¿qué acciones planteáis para ayudar a solventar el problema medioambiental? ¿los materiales biodegradables permiten la fabricación de tantos productos cotidianos?

Actividad 12: Conclusión final

Los alumnos deberán escribir un resumen de 200 palabras que incluirán en el portfolio donde se deberá resumir la idea principal que destacarían de la unidad didáctica, así como mencionar qué conceptos o ideas que tenían han cambiado tras la realización de la unidad didáctica. Asimismo, leerán las respuestas de la situación-problema que elaboraron al comienzo de la unidad (actividad 1.1), para que puedan evaluar y valorar los conocimientos aprendidos. Con ello se pretende consolidar la tercera etapa del conflicto cognitivo donde los alumnos abandonan sus creencias previas y quedan satisfechos con el nuevo conocimiento aportado (10').

➤ **SESIÓN 13**

Esta sesión consistirá únicamente en la realización de un examen escrito para evaluar la estructura conceptual de los alumnos adquirida a lo largo de todas las sesiones. Los alumnos contarán con 55 minutos para la resolución de tres situaciones-problema (en el Anexo I se facilita un ejemplo de una situación-problema). Los docentes evaluarán sus respuestas a través de una rúbrica que contempla la pertinencia y coherencia de sus respuestas, así como el uso de los recursos conceptuales.

3.10. Recursos

Para poder llevar a cabo las distintas actividades, el aula deberá contar con los siguientes recursos materiales: un ordenador portátil por alumno, pizarra digital, pizarra tradicional, conexión a internet, acceso a *google drive*, cuaderno digital (*google documents*), así como acceso a diversas aplicaciones *Cmaps* (Florida Institute for Human & Machine Cognition, 2019) o *Lucidchart* (Lucidchart, 2019), *Scifinder* (ACS, 2019) o *PubMed* (NCBI, 2019)). Por otro lado, el centro educativo deberá contar con un laboratorio que disponga del material necesario para la realización de las prácticas seleccionadas, además de guantes, batas y gafas de seguridad para todos los alumnos.

3.11. Evaluación

La evaluación forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje porque constituye un elemento más para la adquisición de conocimientos. A partir de la evaluación tanto los alumnos como el profesor pueden conocer el grado de aprendizaje alcanzado a lo largo de la unidad. Igualmente, pueden identificar los aspectos a mejorar, tanto a nivel personal como a nivel de la unidad.

3.11.1. Evaluación del alumno

El aprendizaje del alumno se debe evaluar de acuerdo a los objetivos propuestos, los contenidos, competencias trabajadas y teniendo en cuenta la metodología y actividades llevadas a cabo. Por consiguiente, en esta unidad se propone evaluar el interés o actitud que muestran los alumnos hacia la ciencia (tomándose en consideración la calidad participativa y la realización de preguntas o propuestas vinculadas con el contenido de la unidad, así como su actitud frente al conflicto cognitivo), el portfolio (cuaderno digital de obligado cumplimiento donde los alumnos deben subir los apuntes y las actividades significativas que el profesor

selecciona), la presentación oral, la memoria científica y el uso de los contenidos aprendidos a través del debate final.

El interés o actitud se evaluarán mediante la observación directa y a través de una rúbrica (Tabla 6), diseñada para dar un valor a las anotaciones que el docente vaya realizando de sus observaciones. El portfolio se valorará al finalizar la unidad didáctica y para ello el profesor utilizará una rúbrica específica (Tabla 7). La presentación y el debate se evaluarán a nivel de grupo justo después de su realización, y para ello, también se han diseñado dos rúbricas (Tabla 8 y 9). Con el debate y la presentación se busca conocer la destreza de los alumnos para argumentar sus ideas empleando el vocabulario específico, así como la facilidad para transmitir el contenido científico investigado. La memoria científica se evaluará por parejas y también a través de una rúbrica (Tabla 10).

Por otro lado, se propone otro instrumento para reunir información de los aprendizajes, el examen (final) de evaluación de la estructura conceptual. Esta prueba específica permite la recogida de evidencias de aprendizaje de carácter individual, es decir permite un análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje más específico para cada alumno. El examen de esta unidad constará de varias tareas/situaciones en las que se expone un contexto cercano a realidad del alumno y con relación directa con los contenidos trabajados. El docente evaluará esta prueba a través de una rúbrica con la que se valorará la pertinencia y la coherencia de las respuestas de los alumnos, así como el uso de los recursos conceptuales (Tabla 11).

Los criterios de calificación se compartirán con los alumnos desde el principio de la unidad con el objetivo de motivarles para un correcto desarrollo de las actividades que se plantean. Para la calificación final, la ponderación de cada parte evaluada se recoge en la Tabla 12. Para superar la evaluación, los alumnos deben tener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en todas las partes de la evaluación, salvo en el examen final en el que deberán tener como mínimo un 5. En caso de no alcanzar el mínimo exigido en el examen, existirá la posibilidad de recuperación mediante otro examen. En el caso de ser el portfolio la razón de la calificación de suspenso, el alumno tendrá una semana para completarlo o mejorarlo con las actividades que el docente haya seleccionado para evaluar. La recuperación de la presentación oral o el debate se realizará a través de la preparación de otro trabajo.

Tabla 6. Rúbrica para evaluar el interés o actitud hacia los contenidos de la unidad.

	EXCELENTE	MUY BIEN	A MEJORAR	INADECUADO
	2	1.5	1	0.5
ATENCIÓN	Atiende siempre a la explicación y muestra interés realizando preguntas vinculadas con la materia.	Atiende normalmente a la explicación y muestra interés realizando preguntas aunque a veces se distrae.	Con frecuencia se evade de las explicaciones de la clase.	No presta atención en clase y entorpece el desarrollo de la clase.
RESPECTO	Respeto las normas de la clase y guarda silencio durante las explicaciones del docente.	Respeto las normas y guarda silencio si se le pide.	Para que guarde silencio requiere de una llamada de atención.	Nunca guarda silencio aun pidiéndoselo y falta al respeto a los compañeros.
PARTICIPACIÓN	Participa constantemente aportando sus ideas o hipótesis empleando terminología científica.	Participa empleando vocabulario científico, pero solo cuando se le pregunta.	Realiza comentarios puntuales relacionados con la ciencia.	No participa, ni aporta ideas relacionadas con la ciencia.
ESFUERZO	Realiza todas las actividades o tareas propuestas en clase y siempre estudia la materia.	Realiza casi todas las actividades o tareas propuestas en clase y estudia regularmente.	Realiza alguna de las actividades o tareas propuestas en clase, pero no estudia.	No estudia, ni realiza actividades.
ACTITUD ANTE EL CONFLICTO COGNITIVO	Valorar otras posibles explicaciones y ve en ellas un mayor potencial sobre sus ideas previas. Abandona las concepciones previas.	Tiene en cuenta otras posibles explicaciones, pero presenta dificultades para abandonar por completo las concepciones previas.	Atiende a otras posibles explicaciones, pero piensa que sus ideas iniciales son más acertadas.	No está dispuesto a cambiar sus concepciones previas. Considera que su idea inicial es correcta y única.

Tabla 7. Rúbrica para evaluar el portafolio.

	EXCELENTE	BUEN TRABAJO	REGULAR	NECESITA MEJORAR
	2	1.5	1	0.5
ELABORACIÓN	Realiza todas las tareas o actividades significativas propuestas.	Realiza la mayoría de las tareas o actividades significativas propuestas.	Realiza determinadas tareas o actividades significativas propuestas.	Ausencia de las tareas o actividades significativas propuestas.
ORGANIZACIÓN	Clasifica y archiva todas las tareas o actividades significativas propuestas. Orden claro mediante títulos y fechas.	Clasifica y archiva la mayoría de las tareas o actividades significativas propuestas. Orden frecuente mediante títulos y fechas.	Clasifica y archiva alguna de las tareas o actividades significativas propuestas. Orden ocasional mediante títulos y fechas.	Escasa organización de las tareas o actividades significativas propuestas. No pone títulos, ni fechas.
CONTENIDO	Las ideas planteadas están perfectamente expresadas, con coherencia y cohesión.	Las ideas planteadas están debidamente expresadas siguiendo un orden lógico.	Generalmente las ideas planteadas están bien , pero se pueden completar con más información.	Las ideas planteadas están inadecuadamente expresadas (errores conceptuales).
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	Demuestra la adquisición significativa del conocimiento aportando mapas, esquemas, dibujos y resúmenes muy pulidos.	Demuestra la adquisición significativa del conocimiento elaborando resúmenes o esquemas.	Demuestra cierto avance en su aprendizaje con la elaboración de algún resumen.	No hay evidencias de la adquisición de conocimientos.
FUENTES DE INFORMACIÓN	Son variadas y múltiples. Las fuentes son fiables y contribuyen al desarrollo del tema.	Son bastantes y adecuadas, pero también incluye alguna que no tiene relación con el tema.	Son limitadas o poco variadas. La información que recopilan no está muy actualizada.	Las fuentes de información que incluye son muy pocas o ninguna. Si incluye alguna, éstas no son fiables.

Tabla 8. Rúbrica para evaluar el debate.

	EXCELENTE	MUY BIEN	REGULAR	INADECUADO
	2	1.5	1	0.5
ARGUMENTACIÓN	Todos los argumentos y contraargumentos fueron precisos, relevantes y dinámicos.	La mayoría de los argumentos y contraargumentos fueron precisos, relevantes y dinámicos.	La mayoría de los argumentos y contraargumentos fueron débiles.	Los argumentos y contraargumentos fueron débiles.
INFORMACIÓN	Toda la información presentada en el debate fue clara y precisa. Se apoyaron de ejemplos y hechos relevantes.	La mayoría de información empleada en el debate fue clara. En ocasiones se apoyaron sobre ejemplos y hechos relevantes.	La información utilizada contenía algún error. No se apoyaron en ejemplos, ni hechos relevantes.	La información empleada contenía varios errores y no fue clara ni apoyada con ejemplos o hechos relevantes.
RESPECTO DEL USO DE LA PALABRA	Todo el tiempo el grupo se mostró respetuoso, pues siempre esperó su turno de palabra y, si no, la solicitó con respeto.	La mayor parte del tiempo los integrantes del grupo esperaron su turno de palabra, apenas interrumpieron el turno de sus compañeros.	En más de cuatro ocasiones el grupo interrumpió el turno de palabra de los compañeros para hacer uso de la palabra.	Siempre interrumpió el turno de los demás compañeros para hacer uso de la palabra.
VOCABULARIO	La terminología empleada fue muy adecuada y correcta. Empleo del vocabulario científico adquirido durante la unidad didáctica.	La terminología científica empleada y relacionada con la unidad fue abundante , pero en ocasiones incorrecta.	La terminología científica empleada y relacionada con la unidad fue escasa y en ocasiones incorrecta.	No se empleó terminología científica relacionada con la unidad didáctica.
CAPACIDAD DE ESCUCHA	Siempre escucharon a sus compañeros atentamente y analizaron sus argumentos.	Generalmente escucharon a sus compañeros, pero en alguna ocasión alguno se despistó.	No todos los miembros escucharon a sus compañeros (oponentes).	La mayoría de los miembros no atendieron a los argumentos de los compañeros.

Tabla 9. Rúbrica para evaluar la presentación grupal.

	EXCELENTE	MUY BIEN	REGULAR	INADECUADO
	2	1.5	1	0.5
INFORMACIÓN	Incorpora toda la información necesaria para entender el tema de manera muy estructurada y emplea vocabulario muy específico .	Contiene bastante información bien estructurada , y emplea suficiente vocabulario específico.	Contiene bastante información , pero no está bien estructurada y el vocabulario específico es escaso.	Contiene poca información que no está ni bien estructurada ni utiliza vocabulario específico.
PRESENTACIÓN VISUAL	Las diapositivas contienen imágenes, gráficos, videos... muy adecuados e interesantes a los que se hace referencia durante la exposición.	Las diapositivas contienen imágenes, gráficos, videos... bastante adecuados e interesantes a los que se le hace referencia durante la exposición.	Las diapositivas contienen imágenes, gráficos, videos... bastante adecuados , pero apenas se hace referencia durante la exposición.	Las diapositivas contienen pocas imágenes, gráficos, videos... y no se hace referencia durante la exposición.
PARTICIPACIÓN	Todos los integrantes exponen el mismo tiempo .	La mayoría de los integrantes exponen el mismo tiempo .	Falta mayor equilibrio en el reparto del tiempo de exposición.	El tiempo de presentación de los integrantes del grupo no está nada equilibrado .
POSTURA	A la hora de hablar, la postura y gestos de todos los miembros es muy adecuada . Miran al resto de compañeros con total naturalidad.	La postura y gestos de la mayoría de los miembros es adecuada . Casi todo el tiempo miran al resto de compañeros con naturalidad.	Algunas veces , mantienen la postura y gestos adecuados , pero otras no.	En general todos adquieren una mala postura y no miran al resto de compañeros durante la presentación.
PREPARACIÓN	Se nota un excelente dominio del tema; no cometen errores , ni recurren a la lectura de sus anotaciones en papel para seguir con la presentación.	Se nota un buen dominio del tema; no cometen errores , pero en alguna ocasión recurren a la lectura de sus anotaciones para seguir con la presentación.	Presentan cierto conocimiento del tema, pero recurren a la lectura de sus anotaciones para seguir con la presentación.	No parecen entender lo que están exponiendo, además de que están leyendo toda la información.

Tabla 10. Rúbrica para evaluar el informe de laboratorio.

	EXCELENTE	BUEN TRABAJO	REGULAR	NECESITA MEJORAR
	2	1.5	1	0.5
ORGANIZACIÓN	La memoria está elaborada de acuerdo a los criterios dados y excelentemente organizada . Contiene todos los elementos requeridos.	La memoria está elaborada de acuerdo a los criterios dados y bastante bien organizada. Contiene todos los elementos requeridos.	La memoria está bastante bien organizada. Contiene casi todos los elementos requeridos.	La memoria se ve descuidada, poco organizada . Faltan varios elementos requeridos.
HIPÓTESIS	La hipótesis planteada es coherente con la actividad experimental y está debidamente redactada.	La hipótesis está bien orientada a la actividad experimental pero no está bien redactada.	La hipótesis no es del todo coherente con la actividad experimental.	Lo planteado no corresponde con una hipótesis .
PROCEDIMIENTOS	El procedimiento llevado a cabo está correctamente descrito y listado, además de apoyado con imágenes tomadas durante la práctica.	El procedimiento llevado a cabo está adecuadamente descrito y listado, además de apoyado con alguna imagen .	El procedimiento llevado a cabo es descrito, pero no en un orden lógico o resulta complicado de reproducir.	El procedimiento llevado a cabo no está debidamente descrito . No se detallan todos los pasos del experimento.
INFORMACIÓN	La información incluida es relevante y clara . Proporciona suficientes fuentes bibliográficas para apoyar sus comentarios.	La información incluida es relevante . Proporciona algunas fuentes bibliográficas para apoyar sus comentarios.	La información incluida es bastante relevante . Incluye escasas fuentes bibliográficas para apoyar sus comentarios.	La información incluida es bastante relevante . No incluye fuentes bibliográficas para apoyar sus comentarios.
CONCLUSIÓN	La conclusión es concisa y adecuada .	La conclusión se extiende demasiado , pero presenta una idea principal .	La conclusión es confusa y poco concreta .	La conclusión es confusa y pierde relación con los resultados .

Tabla 11. Rúbrica para la evaluación de la estructura conceptual.

	MUY APROPIADO	APROPIADO	BÁSICO	INSUFICIENTE
	4	3	2	1
<p><u>PERTINENCIA:</u> El estudiante ha completado las acciones requeridas de forma autónoma. Entiende la situación y las obligaciones a cumplir. Ha completado la tarea en las condiciones requeridas por la situación.</p>	Se ha desarrollado el 90% o más de la situación planteada. Es decir, ha evaluado la información proporcionada, ha anotado la hipótesis de forma justificada y ha redacta el plan de investigación.	Se ha desarrollado un 60% o más del total requerido, lográndose la mayoría o gran parte de la tarea requerida.	Se ha desarrollado el 40% o más de del total requerido. En otras palabras, se ha hecho el mínimo exigido.	Se ha desarrollado menos del 40% de lo requerido en la situación planteada. En otras palabras, no se ha hecho casi nada.
<p><u>COHERENCIA:</u> El estudiante mantiene una relación lógica entre la tarea solicitada y la respuesta dada. Ha estructurado sus respuestas de acuerdo con la situación comunicada. Ha proporcionado la información necesaria, comprensible y precisa.</p>	La evaluación de la información proporcionada, el motivo de la hipótesis y la planificación del estudio se analizaron de forma científica y clara.	La evaluación de la información proporcionada, el motivo de la hipótesis y la planificación de la investigación se han realizado, pero no se han demostrado de manera científica y clara.	La evaluación de la información proporcionada, la razón de hipótesis y la planificación de la investigación no se ha realizado por completo, pero lo presentado se entiende.	La evaluación de la información proporcionada, la hipótesis y planificación no está completa; no está clara.
<p><u>USO DE LOS RECURSOS CONCEPTUALES:</u> El estudiante ha elegido y utilizado correctamente los recursos conceptuales (vocabulario científico y corrección lingüística).</p>	Además de evaluar la información proporcionada con razones científicas (conceptos, vocabulario científico), la planificación de la investigación se ha escrito correctamente, citando todas las secciones. La hipótesis también está escrita correctamente.	Si bien la información proporcionada se basa en razones científicas y se ha mencionado la mayoría de las secciones de la planificación de la investigación, es necesario completar con algún concepto. La hipótesis es adecuada pero puede mejorarse.	La información proporcionada se ha evaluado de alguna manera y se ha mencionado alguna de las secciones de planificación de la investigación. La idea es correcta, pero la hipótesis presenta algún error.	La información proporcionada no se evalúa debidamente, se menciona la mitad o menos de las secciones de planificación de la investigación. Lo que se menciona es inexactas o incorrectas.

Tabla 12. Criterios de calificación.

	Puntuación máxima de cada rúbrica	Ponderación de cada parte (%) sobre la calificación final
Examen final	10	35
Portfolio	10	15
Informe de prácticas	10	15
Presentación oral	10	10
Debate	10	15
Actitud	10	10

3.11.2. Evaluación de la unidad didáctica y del docente

Para evaluar la propia unidad didáctica, al finalizar cada sesión se aconseja que el profesor anote sus sensaciones y percepciones en un pequeño diario docente para más tarde poder valorar si hay que realizar cambios o mejoras, pero no sólo de la unidad sino también de la práctica docente. Asimismo, para detectar con más precisión los puntos a mejorar de esta unidad, el docente deberá completar para cada actividad la Tabla 13. Por otro lado, al finalizar con las sesiones programadas, se propone facilitar un cuestionario a los alumnos (Anexo II, Tabla 2.1) para que evalúen al profesor y conocer su opinión acerca de la unidad llevada a cabo.

Tabla 13. Evaluación para cada actividad planteada.

Nº de Actividad:					
Tiempo Estimado:			Tiempo Real:		
-VALORACIÓN-					
Comprensión de los contenidos	5	4	3	2	1
Facilidad para los alumnos	5	4	3	2	1
Desenvoltura para el docente	5	4	3	2	1
Participación de los alumnos	5	4	3	2	1
Adecuación del nivel de las actividades	5	4	3	2	1
El contenido es coherente	5	4	3	2	1

4. CONCLUSIONES:

A partir del análisis bibliográfico se concluye que en Bachillerato el aprendizaje de conceptos relacionados con la ciencia de los materiales poliméricos se realiza generalmente con una metodología tradicional o de transmisión de hechos, sin apenas hacer referencia a la contribución de estos materiales al desarrollo social, ni a su relación y consecuencias medioambientales. Para hacer frente a esta situación, el presente Trabajo de Fin de Máster propone el enfoque CTS como vehículo para la enseñanza de los polímeros a través de la combinación de la metodología de conflicto cognitivo y metodología expositiva, con el fin de que los alumnos mejoren su aprendizaje significativo estableciendo relaciones entre el aprendizaje formal y el aprendizaje cotidiano. De este modo, se planteó como objetivo principal el diseño de una unidad didáctica para segundo de bachillerato dedicada a los polímeros, donde las metodologías anteriormente descritas ocupan un lugar destacado. Asimismo, se plantearon una serie de objetivos secundarios que ayudaron a definir ese objetivo principal.

Uno de estos objetivos consistía en diseñar actividades que suscitaran mayor interés en los alumnos por la Química, por ello en este trabajo parte de éstas se realizan desde un enfoque CTS, de este modo, a través del estudio de objetos cotidianos se hace que los alumnos sean conscientes de la importancia del desarrollo de los polímeros para el progreso de la sociedad. La unión de los contenidos disciplinares acerca de estos materiales con sus aplicaciones reales e impacto social estimula a los estudiantes y les motiva a seguir aprendiendo de manera significativa, ya que los contenidos no se presentan como simples teorías a memorizar.

Otro de los aspectos resaltados en el diseño de la unidad es el aprendizaje basado en competencias. Con las tareas propuestas los alumnos se acostumbran a pensar por sí mismos expresándose con una terminología científica adecuada. Igualmente, se ha pretendido trabajar las competencias sociales y el espíritu emprendedor con actividades de concienciación medioambiental donde, por medio de herramientas TIC y enseñanza expositiva, se hace ver a los estudiantes la relevancia que tiene una mala gestión de los residuos plásticos y cómo eso acaba afectando negativamente al ecosistema y al propio ser humano, valorándose que sean proactivos y descubran soluciones como la rama de los polímeros de origen natural y los biodegradables.

La búsqueda de fuentes de información fiables, elaboración de hipótesis y su contrastación durante las actividades permiten el desarrollo de la competencia científica a la vez que fomentan el trabajo en equipo por medio de debates,

presentaciones y prácticas en grupos. Todo esto les ayudará en un futuro a organizarse de forma cooperativa y ser más eficientes tanto en su trabajo como en sociedad.

Por último, se han diseñado prácticas de laboratorio con el objetivo de que los estudiantes se acostumbren a la utilización del método científico. Asimismo, los estudiantes plantean y contrastan hipótesis a partir de la observación de determinados problemas en los cuales se hace especial hincapié al uso del conflicto cognitivo. Para ello, siempre se tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes por medio de la realización de dinámicas en clase como lluvias de ideas o elaboración de mapas conceptuales, de este modo los estudiantes aprenden de manera significativa construyendo su propio conocimiento.

En cuanto al sistema de evaluación propuesto, la elaboración de las rúbricas permite cuantificar en todo momento la evolución de cada estudiante y las competencias que adquieren. Conjuntamente, la satisfacción del estudiante respecto a lo aprendido en cada actividad es de suma importancia pues ayudará a replantear futuras actividades.

5. LIMITACIONES Y PROSPETIVA

La aplicación de esta propuesta de unidad didáctica presenta varias limitaciones. En primer lugar, deber ser tenido en cuenta que la asignatura de Química se imparte en segundo de bachillerato, siendo un curso totalmente enfocado a la superación de las pruebas para el Acceso a la Universidad (EvAU), las cuales se evalúan a través de un examen tradicional donde los contenidos están muy definidos, lo que supone que no habría espacio para desarrollar estas metodologías y competencias que se alejan de los problemas tipo exigidos en esas pruebas.

Además, una de las principales razones que podrían impedir la puesta a punto de esta unidad sería la propia preparación del profesorado. En las metodologías propuestas, conflicto cognitivo y enseñanza expositiva, el docente debe tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos y la responsabilidad de conectarlo con los nuevos conocimientos a aprender, por ello, sería un inconveniente que el docente no estuviera capacitado para orientar y guiar las actividades de forma adecuada y no favoreciera la aparición de un aprendizaje constructivista sin vincular los contenidos escolares con su significado social y cultural.

Atendiendo a la metodología del conflicto cognitivo, no siempre se consigue provocar un conflicto que culmine en un cambio conceptual del estudiante y en una reestructuración de sus creencias. Tras la presentación de un conflicto pueden darse

diferentes casos que resulten en el fracaso de esta metodología, como que el estudiante no sea en ningún momento consciente del conflicto, o que decida ignorar la nueva información o distorsionarla, incluso que llegue a entenderla pero que no la integre, tratándola como un caso excepcional que no provoque una revisión de sus creencias, en definitiva, que no esté insatisfecho con sus ideas previas.

Otra desventaja a considerar es que la metodología empleada se centra únicamente en los procesos cognitivos del propio estudiante no teniendo en cuenta las características de otros individuos tan importantes como el docente y sus características (motivación, estrategias de enseñanza, formación, creencias acerca de lo que se aprende y se enseña, etc.) o factores sociales, como el papel de los compañeros. Por lo tanto, el paradigma del conflicto cognitivo como estrategia de enseñanza enfocada sólo en los aspectos cognitivos de los estudiantes descuida muchas otras variables que afectan al aprendizaje de los estudiantes en el entorno escolar. Si bien nadie puede aprender en lugar del estudiante, considerar que sólo se consigue un aprendizaje significativo cuando es el propio estudiante quien asume la responsabilidad en la organización y desarrollo de su labor académica conlleva ignorar el carácter social de la construcción de conocimientos y, por tanto, a no tener presente que la autonomía se desarrolla gradualmente por medio del trabajo cooperativo y reflexivo entre el docente y sus alumnos, así como, en las interacciones que establecemos en los ámbitos en los que nos desenvolvemos a diario.

Además de la metodología empleada, las propias actividades de la unidad pueden presentar ciertos inconvenientes a los que el docente debe prestar atención. Por ejemplo, cuando se les pide a los estudiantes que vean un vídeo o lean un artículo para completar una actividad se puede fomentar su pasividad al no incentivarles a consultar otras fuentes de información. También puede darse el caso de que se diseñen las actividades de forma que dejan de ser vistas como un medio para lograr un aprendizaje o competencia y se convierten en el propio fin educativo corriendo el riesgo de que los aprendizajes se vuelvan tan restringidos a la actividad que se hacen demasiado específicos.

Asimismo, en la parte de la unidad que plantea actividades grupales también podríamos encontrar diversas limitaciones ya que, en grupos de habilidades mixtas, los estudiantes de bajo rendimiento pueden volverse pasivos y no se enfocarse en la tarea, siempre necesitados de ayuda en lugar de experimentar el papel de líderes dentro del grupo. Del mismo modo que estudiantes con mayores habilidades pueden no experimentar el estímulo o desafío que experimentarían con otros estudiantes con mayores habilidades. También se podría argumentar que un exceso en actividades grupales perdería el objetivo de que los estudiantes se vuelvan independientes y

capaces de pensar por sí mismos sin ayuda de otros. Además, otro inconveniente de este tipo de actividades ocurre elección y distribución de los temas, ya que en ocasiones cada grupo profundiza en su respectivo tema, que puede no tener ninguna relación con los problemas de los demás grupos, generando aprendizajes muy específicos y donde los miembros del grupo pueden quedarse únicamente con información superficial y parcial de lo que ha sido expuesto. Sin embargo, todas las metodologías tienen sus desventajas, por lo que si se tienen en cuenta las limitaciones de esta unidad didáctica y se intenta no caer en ellas, las ventajas pueden ser numerosas y de gran importancia como la obtención de un aprendizaje significativo, la alfabetización científica, el desarrollo de competencias y la formación de un ciudadano responsable y concienciado con el medio ambiente y las generaciones futuras.

Por ello, si la unidad didáctica diseñada se implementara y tuviera éxito, podría ser un buen precedente para su aplicación en otras asignaturas de segundo de bachillerato y en otros cursos donde los alumnos presenten cierto desarrollo cognitivo que permita llevar a cabo exitosamente las metodologías descritas, como podría ser primero de bachillerato. Por supuesto siempre cuidando de que el docente tenga una buena formación tanto en las metodologías descritas como en la mediación de las actividades grupales y en herramientas TIC.

6. REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J. (1997). Ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista De Educación De La Universidad De Granada*, 10, 269-275.
- ACS. (2019). SciFinder. Retrieved from <https://www.cas.org/products/scifinder>.
- Akpınar, E., Erol, D., & Aydoğdu, B. (2009). The role of cognitive conflict in constructivist theory: An implementation aimed at science teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2402-2407.
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977-1984.
- Annan, K. (2003). A challenge to the world's scientists. *Science (New York, N.Y.)*, 299(5612), 1485.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos De CEIF*, 1, 1-10.
- Barrado, C., Gallego, I., & Valero-García, M. (1999). Usemos las encuestas a los alumnos para mejorar nuestra docencia. Retrieved from <http://cort.as/-Izha>.
- Breuer, O., & Sundararaj, U. (2004). Big returns from small fibers: A review of polymer/carbon nanotube composites. *Polymer Composites*, 25(6), 630-645.
- Caamaño, A. (2009). El estudio de los materiales químicos: Una oportunidad para conseguir sinergias entre materias de química y de ciencias para el mundo contemporáneo en el bachillerato. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 59, 24-36.
- Caamaño, A. (2001). Repensar el curriculum de química en los inicios del siglo XXI. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 29, 43-52.
- Calderón, M., Martinelli, M., Igarzabal, C. A., & Strumia, M. (2007). Diseño de una asignatura sobre la ciencia de los polímeros. *Revista Iberoamericana De Polímeros*, 8, 1.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18, 155-169.
- Cobos Monica. (2018). La oferta que inició la edad del Plástico. Retrieved from <http://cort.as/-Izi1>.

- Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2).
- ComentaYT. (2016). Los lugares más horribles del mundo: Isla de plástico. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=XgTo7Lo-KQA>
- Comisión Europea. (2009). Marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación. (ET2020), de 12 de mayo de 2009. Retrieved from <http://cort.as/-Izie>.
- Costa, J. L. C., & Martínez, L. N. (2011). *Aprendizaje, desarrollo y disfunciones. implicaciones para la enseñanza en la educación secundaria*. Editorial Club Universitario.
- Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, *por el que se establece el currículo de la educación básica y se implanta en la comunidad autónoma del país vasco*, 9, del 15 de enero de 2016. Retrieved from <http://cort.as/-HpDg>.
- Decreto 127/2016, de 6 de septiembre, *por el que se establece el currículo del bachillerato y se implanta en la comunidad autónoma del país vasco*, 182, del 23 de septiembre de 2016. Retrieved from <http://cort.as/-IzjH>.
- Del Mastro, C. (2000). Aprender a aprender: Una aproximación sobre el uso consciente e intencional de estrategias. *Educación*, 9(18).
- DeSeCo. (2005). La definición y selección de competencias clave. resumen ejecutivo. Retrieved from <http://cort.as/xgmg>.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R. (1990). Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change—some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.
- EcologíaVerde. (2018). *Contaminación marina – causas y soluciones*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=b8cfWYPd5iI>
- Feydel, S. (2009). *Océans de plastique*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=a4JN2xojAYc>
- Florida Institute for Human & Machine Cognition. (2019). Aplicación Cmap. Retrieved from <https://cmap.ihmc.us/>
- Foroquimicaysociedad. (2011). *Las aportaciones de la química a todos los ámbitos de la sociedad*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=y6Zl7MsXbag>
- Foster, D. (2015). *¿Cómo hacer una pelota saltarina?*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=1VyHJYsgNts>

- Freire, I. (2016). *Las tres R: Reduce, reutiliza, recicla*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=AjT2q9i-Rms>
- Garmendia, M., & Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El proyecto zientzia live! *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 12(2), pp. 294-310.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
- Gobierno Vasco. (2015). Heziberri 2020, marco del modelo educativo pedagógico. departamento de educación política lingüística y educación del gobierno vasco. Retrieved from <http://cort.as/-7Y v>.
- Investigación y Desarrollo. (2018). Polímeros: Avances en el tiempo. Retrieved from <https://invdes.com.mx/infografias/polimeros-avances-en-el-tiempo-2/>
- Journal Citation Reports. (2019). InCites journal citation reports. Retrieved from <https://jcr.incites.thomsonreuters.com/>
- Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 195, de 10 de diciembre de 2013.
- Li, W. C., Tse, H. F., & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566-567, 333-349.
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
- López, J. A. (1999). Los estudios deficiencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana De Educación*, 20, 217-225.
- Lucidchart. (2019). Aplicación web lucidchart. Retrieved from <http://cort.as/-IzID>.
- Lusher, A. L., Hollman, P. C. H., & Mendoza-Hill, J. J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 615.
- Martín, M. J., Gómez, M. Á, & Gutiérrez, M. S. (2000). *La física y la química en secundaria*. Narcea Ediciones.
- Martin, M., Pinto, G., & Martín, M. T. (2016). Una aproximación a la historia de la enseñanza de la química en España en niveles no universitarios. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 4, 231-241.
- Menéndez, J. Á. (2014). *Cómo fabricar un biopolímero a partir de leche*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=i0HQ1llgLCs>

- Microsoft. (2019). Microsoft PowerPoint. Retrieved from <http://cort.as/-J-W1>.
- Mohd Ali, M., & Nerina, R. (2018). Intention to Practice Reduce, Reuse & Recycle (3R) Among Expatriates Working in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(3), 276–295.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del *Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España.
- NCBI. (2019). PubMed. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- OCDE. (2016). PISA 2015. resultados clave. Recuperado el 11/02/19. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Ochoa de Toledo, M. (2015). Implementación del curso de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) en el instituto pedagógico de caracas (UPEL). *Revista De Investigación*, 39(84), 13-43.
- Organización de Estados Iberoamericanos. (2012). Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Retrieved from <http://cort.as/-J-Yr>
- PISA. (2012). Presentación de resultados de euskadi. Retrieved from <http://cort.as/-J-Z>.
- PlasticsEurope, E. (2017). *Plastics-the Facts 2017. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data*. Retrieved from <http://cort.as/-J-Zx>
- Pozo, J. I. (1996). *Aprendices y maestros: La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2006). *Enfoques para la enseñanza de la ciencia. Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (Quinta Edición ed., pp. 265-308). Madrid, España: Ediciones Morata.
- PuntajeNacional Chile. (2013). *Clasificación de los polímeros*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=hTkSYOXjUBE&t=9s>
- Quintero, C. A. (2010). Enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS): Perspectivas educativas para colombia. *Zona Próxima*, 12, 222-239.
- Ragaert, K., Delva, L., & Van Geem, K. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*, 69, 24-58.
- Real decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015. Retrieved from <http://cort.as/-6gxh>
- Rodríguez-Palmero, M. L. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Editorial Octaedro.

- Serrano-Aroca, Á, & Solaz-Portolés, J. J. (2014). Estudio cualitativo de los conocimientos de los estudiantes españoles de educación secundaria sobre polímeros. *Tché Química*, 11(22), 47-53.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 17(67), 53-61.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Más, C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, 21, 91-117.
- TecnoPolímeros. (2011). Evolución histórica de los polímeros. Retrieved from <http://cort.as/-J-d>
- Thompson, R. C., Moore, C. J., vom Saal, F.S., & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166.
- Tillema, H. H., & Knol, W. E. (1997). Promoting student teacher learning through conceptual change or direct instruction. *Teaching and Teacher Education*, 13, 579-595.
- Todos Somos Reciclaje. (2017). *Clasificación de los polímeros*. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=-z_BuzQGB4g
- UNESCO. (2006). Informe de seguimiento de la educación para todos en el mundo 2005. El imperativo de la calidad. Retrieved from <http://cort.as/-J-dW>
- Universitat Politècnica de València - UPV. (2018). *Comportamiento en prácticas de laboratorio con riesgo químico. normas básicas*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=ZGp5PcPSMpM>
- Vazquez, A., Acevedo-Díaz, J., Manassero Mas, M. A., & Acevedo Romero, P. (2006). Evaluación de los efectos de la materia CTS de bachillerato en las actitudes CTS del alumnado con una metodología de respuesta múltiple. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), pp. 317-348.
- Yager, R. E. (1996). *Science/technology/society as reform in science education*. SUNY Press.
- Zamora, F. (2006). El alumno, el profesor y las macromoléculas. *Anales De La Real Sociedad Española De Química*, 1575-3417(2), 36-41.

7. ANEXOS

ANEXO I - ACTIVIDADES

Actividad 1.1: Actividad de posicionamiento

Los teléfonos y ordenadores que tanto usamos, los envases, los juguetes, los coches, el televisor, el casco de la bici, etc. todo son materiales poliméricos, pero ¿qué pensarías si te digo que la carne y las verduras también lo son? ¿cómo puede ser? Lo cierto es que el truco para dar respuesta a esta cuestión reside en la mala interpretación de lo que es un polímero, pues tiende a ser considerado sinónimo de plástico. Todos los elementos mencionados contienen o están compuestos por polímeros, macromoléculas orgánicas de alto peso molecular, mientras que el término plástico solo englobaría a aquellos polímeros fáciles de moldear. Dicho esto, los polímeros se encuentran en todo lo que usamos, todo lo que vemos, todo lo que comemos a diario e incluso lo que somos: el ADN de nuestras células o las proteínas de nuestros músculos.

Desde que el ser humano aprendió a sintetizar sus propios polímeros podríamos decir que nos encontramos en la era del plástico, empleándose en diversos campos como la biomedicina, deporte, materiales para ingeniería, superconductores, envasado, etc. por lo que han permitido el desarrollo de la sociedad mejorando todos los aspectos de nuestra vida.

Pero, ¿por qué a pesar de todas estas aplicaciones los polímeros en la actualidad han adquirido una connotación negativa? Esto se debe principalmente a la gran producción de estos materiales, así como a que el ser humano desecha estos productos con rapidez (tras un solo uso) y estos tardan cientos de años en degradarse por lo que acaban acumulándose grandes cantidades en el medioambiente. Asimismo, habría que destacar la irresponsabilidad del ser humano a la hora de procesar y gestionar estos residuos.

La presencia de millones de toneladas de polímeros acumulados genera efectos negativos en el ecosistema ya que gran parte de los polímeros sintéticos acaban en el medio marino donde son ingeridos por los organismos acuáticos o se quedan atrapados en ellos. Además, con el tiempo tienden a volverse frágiles, descomponiéndose en pedazos más pequeños que tras ingerirlos actúan como vectores de transferencia química de contaminantes dentro de la cadena alimentaria. Esta situación-problema genera una serie de cuestiones que merecen la pena responder:

- Desde el punto de vista de la química, ¿Cómo se describirían los polímeros?
- ¿Qué tipos de polímeros hay?
- ¿Todos son igual de negativos para el medio ambiente?
- ¿Cómo afectaría a tu vida cotidiana la eliminación de cualquier polímero sintético?
- ¿Consideras que la ciencia, la tecnología y la sociedad podrían avanzar sin el desarrollo de los polímeros?
- Desde el punto de vista químico ¿qué acciones llevarías a cabo para ayudar a solventar el problema medioambiental?

(Fuente del texto: elaboración propia)

Actividad 1.3: Actividad de sondeo.

Tabla 1.1. Anotaciones a realizar con el video.

Envases termoplásticos	Conservación de los alimentos
Materiales compuestos	Resistentes a arañazos, fáciles de limpiar
Espumas para aislamientos	Eficiencia energética, reducción de CO ₂
Plásticos para audio y video	Modernos, resistentes
Tubería de plástico	Reducen pérdidas de agua
Plástico para productos de consumo	Teléfonos, ordenadores, comunicaciones
Compuestos de plástico y caucho	Resistentes y ligeros
Recubrimientos	Protección
Fibras sintéticas	Calientes, cómodas, ofrecen protección, seguridad, higiene.
Plásticos de un solo uso	Jeringuillas
Polímeros técnicos	Trenes, aviones

Actividad 2: Actividad de aproximación

La oferta que inició la Edad del Plástico

“Premio de 10.000 dólares a quien pueda desarrollar un producto capaz de sustituir al marfil en la fabricación de las bolas de billar”

En 1868, con esta oferta comenzó la carrera por encontrar el mejor polímero sintético, transformándose por completo el mundo de los materiales. Estas macromoléculas formadas por la unión covalente de moléculas de menor tamaño, conocidas como monómeros, empezaron a ocupar el lugar de la madera y el cartón.

Por supuesto, los polímeros naturales ya existían, incluso algunos habían sido modificados químicamente con el fin de mejorar sus propiedades, como es caso de la vulcanización del caucho natural o la mezcla de ácido sulfúrico y nítrico con la celulosa del algodón para originar nitrocelulosa. De hecho, gracias a estas modificaciones Alexander Parkes primero y John Hyatt más tarde consiguieron generar el tan ansiado polímero sintético que sustituyó al marfil, el celuloide. Eso sí, con una pega, su tendencia a explotar. Sin embargo, no fue hasta 1953 que Hermann Staudinger logró dilucidar la estructura de las macromoléculas obteniendo así el Premio Nobel de Química. A partir de su trabajo se han sintetizado gran cantidad de polímeros como el estireno-butadieno, el poliuretano, el poliestireno, el poli (tetraflúos-etileno), los poliesters insaturados, el polietileno, el polipropileno, el policarbonato, el polióxido de felineo, así como nuevos copolímeros.

Los polímeros se han convertido en una de las principales industrias del mundo abarcando desde los productos más cotidianos a materiales de uso aeroespacial. Actualmente, la sociedad moderna no se puede imaginar sin estos polímeros. Es por ello, que podríamos clasificar nuestra era como la Edad del Plástico. (Fuente: elaboración propia)

Tabla 1.2. Cronología del desarrollo de los polímeros.

FECHA	MATERIAL	FECHA	MATERIAL
Antes de 1.800	Algodón, lino, lana seda, vidrio y cementos hidráulicos, celulosa en láminas (papel); caucho natural, y laca	1.839	Vulcanización del caucho (Charles Goodyear)
1.846	Nitración de la celulosa (Schönbein)	1.851	Ebonita (caucho duro; Nelson Goodyear)
1.860	Moldeado de la laca	1.868	Celuloide (nitrato de celulosa plastificada; Hyatt)
1.889	Películas fotográficas de nitrato de celulosa (Reichenbach)	1.890	Fibras de rayón cupramonio (Despeisses)
1.892	Fibras de rayón viscosa (Cros, Bevan y Beadle)	1.907	Resinas de fenol-formaldehído (baquelita; Baekeland)
1.907	Soluciones de acetato de celulosa	1.908	Películas fotográficas de acetato de celulosa
1.912	Láminas de celulosa regenerada (celofán)	1.920	Presentación hipótesis macromolecular (Staudinger)
1.924	Fibras de acetato de celulosa	1.926	Poliéster alquídico (Kienle)
1.927	Recubrimientos de cloruro de polivinilo para paredes	1.927	Barra y láminas de acetato de celulosa
1.929	Elastómero sintético de polisulfuro	1.929	Resinas de urea-formaldehído
1.931	Elastómeros de policloropreno	1.931	Plásticos de polimetacrilato de metilo
1.935	Etilcelulosa	1.936	Acetato de polivinilo
1.937	Poliestireno	1.937	Elastómeros copolímeros de estireno-butadieno y estireno-acrilonitrilo
1.938	Fibras de nylon-6,6 (Carothers)	1.939	Resinas melamina-formaldehído
1.940	Elastómeros de isobutileno-isopreno	1.941	Poliétileno de baja densidad (LDPE)
1.942	Poliésteres insaturados (Ellis y Rust)	1.943	Resinas fluorocarbonadas (Teflón; Plunkett)
1.943	Siliconas	1.943	Poliuretanos (Bayer)
1.947	Resinas Epoxi	1.948	Copolímeros de acrilonitrilo, butadieno y estireno (ABS)
1.950	Fibras de poliacrilonitrilo	1.950	Fibras de poliéster (Whinfield y Dickson)
1.956	Polioximetileno	1.957	Poliétileno (lineal) de alta densidad (HDPE)
1.957	Polipropileno	1.959	Elastómeros de polibutadieno-cis y poliisopreno-cis
1.960	Elastómeros de copolímeros de etileno-propileno	1.964	Poli (óxido de fenileno)
1.965	Polisulfona	1.965	Copolímeros de bloques estireno-butadieno
1.970	Politereftalato de butileno	1.971	Sulfuro de polifenileno
1.972	Aramidas, poliésteres moldeables	1.973	Poliimidas segunda generación
1.974	Bismaleimidias, poliamidas aromáticas	1.976	Polifenilsulfona (RADEL)

Fuente: (TecnoPolímeros, 2011).



Figura 1.1. Infografía de los polímeros con sus descubridores (Investigación y Desarrollo, 2018).

Actividad 3: Actividad de comprensión y estructuración

Las propiedades de los polímeros tienen mucha relación con la temperatura a la que se encuentran. Generalmente, los polímeros en estado sólido presentan una temperatura (distinta para cada polímero) a partir de la cual las cadenas poliméricas se pueden mover, provocando que el material muestre un comportamiento más flexible. Esta temperatura se conoce como temperatura de transición vítrea (T_g). Por debajo de ésta las cadenas poliméricas pierden movilidad lo que genera que el polímero se vuelva más duro. Atendiendo al uso cotidiano, algunos polímeros se emplean por encima de su T_g y otros en cambio por debajo. Los definidos como duros, por ejemplo, el poliestireno y el poli (metil metacrilato), se utilizan por debajo de su temperatura vítrea, pues realmente su T_g están muy por encima de la temperatura ambiente (sobre 100°C). Por el contrario, los cauchos (elastómeros como el poliisopreno) se utilizan por encima de su T_g (-73°C), lo que hace que se comporten como materiales blandos y flexibles.

Tarea 4.1: Elaboración del diseño experimental

Fabricación de un biopolímero a partir de leche:

- 1) Reunir el material necesario: 2 vasos de precipitados de 500 ml, espátula o cuchara, vinagre blanco, una placa calefactora o un microondas, un colador de malla, papel de filtro o toallas de papel y leche entera de tipo animal.
- 2) Calentar 250 ml de leche hasta el punto de hervir en un vaso de precipitados. Si se calienta la leche con la placa calefactora se debe ir revolviendo cuidadosamente con una espátula. En caso de emplear el microondas, es recomendado hacerlo funcionar al 50% de su potencia e ir parando el proceso de calentamiento primero al cabo de 2 minutos y después cada 30 segundos.
- 3) Añadir aproximadamente 4 cucharadas de vinagre a la leche caliente y revolver durante unos minutos. A medida que se va removiendo se debe apreciar la formación de grumos. En caso de que esto no ocurra así, la leche no está lo suficientemente caliente. Cuando el vinagre entra en contacto con la leche caliente, la proteína caseína se va retirando y se acumula formando coágulos, apreciándose dos fases.
- 4) Filtrar el contenido del vaso de precipitados empleando un colador de malla. Los grumos se van acumulando sobre la malla, mientras que el resto de la leche pasa al otro vaso.
- 5) Extraer los grumos con ayuda de una espátula o cuchara sobre papel de filtro o toallas de papel. Después, se exprimen los coágulos en la toalla para tratar de quitar la humedad.
- 6) La masa obtenida se moldea y se deja secar durante un día.

Fabricación de una pelota saltarina:

- 1) Reunir el material necesario: 2 vasos de precipitados (uno de 250 ml y otro de 100 ml), espátula, una placa calefactora, varilla para agitar, ácido bórico, pegamento y colorantes.
- 2) Calentar aproximadamente 100 ml de agua un vaso de precipitados.
- 3) Pesar 3 g de ácido bórico (bórax) en un vaso de precipitados de 50 ml y añadirle 25 ml de agua tibia. No permita que el bórax entre en contacto con la piel pues puede generar alguna reacción alérgica.
- 4) Agitar con una varilla de vidrio el contenido del vaso hasta que se disuelva la mayor cantidad de bórax.
- 5) Agregar 10 ml de pegamento a la mezcla de agua/bórax, unas gotas de colorante artificial y agitar vigorosamente.
- 6) Retirar la masa que se forma y darle forma esférica.

Tarea 5.1: Tomando notas

Tabla 1.3. Tarea a realizar en la actividad 5 de la unidad.

SIMBOLO	POLIMERO (Nombre + abrev.)	OBJETOS COTIDIANOS	CARACTERISTICAS
			
			
			
			
			
			
			

Tarea 5.2: Ampliando la información

Tabla 1.4. Resolución de la actividad 5.

Símb.	POLIMERO (Nombre + abrev.)	OBJETOS COTIDIANOS	CARACTERISTICAS
	PET Polietilentereftalato	<ul style="list-style-type: none"> - Envases de alimentos. - Botellas de bebidas, agua, sales y condimentos. - Fibras textiles. - Piezas técnicas. - Envases de aceite, cosméticos y medicamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transparencia y brillo con efecto lupa. - Excelentes propiedades mecánicas. - Barrera de los gases. - Bi-orientable - cristalizable. - De bajo costo. - 100% reciclable. - Liviano.
	HDPE Polietileno de alta densidad	<ul style="list-style-type: none"> - Envases de leche. - Botellas de detergentes. - Botellas de Champú. - Bolsas del supermercado. - Baldes. - Tanques de agua. - Juguetes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia al impacto. - Es muy ligero. - Es flexible, incluso en temperaturas bajas. - Alta resistencia química y térmica. - No puede ser atacado por los ácidos. - Resiste al agua a 100°C.
	PVC Cloruro de polivinilo	<ul style="list-style-type: none"> - Tubos y cañerías. - Cables. - Envases para detergentes. - Usos médicos como catéteres, bolsas de sangre. - Filmes para protección de alimentos. - Tarjetas bancarias. - Calzado deportivo. - Artículos para oficina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente al calor. - Impermeable. - Es frecuente añadirle aditivos para que adquiera las propiedades que permitan su utilización en las diversas aplicaciones. - Tiene bajo precio. - Puede ser flexible o rígido. - Transparente, translucido u opaco. - Compacto o espumoso.
	LDPE Polietileno de Baja densidad	<ul style="list-style-type: none"> - Bolsas de embalaje. - Envases de cremas y champú. - Aislantes para cables eléctricos. - Aislantes para congelados. - Juguetes. - Tapas flexibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Blanquecino. - Blando. - Flexible. - Versátil. - Blando y elástico. - Dependiendo del grosor el filme puede ser totalmente transparente.
	PP Polipropileno	<ul style="list-style-type: none"> - Envases de alimentos. - Tapas de botellas. - Vasos no desechables. - Toppers. - Alfombras. - Artículos de menaje. - Bolsas de uso agrícola. - Filmes para protección de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Termoresistente. - Impermeable. - Excelente comportamiento bajo tensiones y estiramientos. - Resistencia mecánica. - Elevada flexibilidad. - Baja cristalinidad. - Buenas propiedades químicas.
	PS Poliestireno	<ul style="list-style-type: none"> - Aislantes. - Cubiertas de ordenadores y otros electrodomésticos. - Vasos, platos y cubiertos desechables. - Envases de yogurt. - Envases de margarina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente. - Económico. - Baja resistencia al impacto. - Fácil de manipular. - Se puede cortar, taladrar y perforar. - Liviano.
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> - Teléfonos. - Artículos médicos. - Juguetes. - Discos compactos. - Gafas de sol. 	

Actividad 9: Actividad de regulación del conocimiento

FICHA:

- 1) Las palabras polímero y plástico, ¿son sinónimos? Razona tu respuesta.
- 2) De las siguientes opciones, ¿cuáles son las características que presentan los polímeros? Razona tu respuesta (puede ser más de una opción).
 - a) Varias unidades de monómero.
 - b) Propiedades físicas parecidas a las del monómero.
 - c) Propiedades físicas distintas a las del monómero.
 - d) Peso molecular variable.
- 3) Describe brevemente la polimerización por condensación.
- 4) Entre la baquelita, PVC y proteínas, ¿Cuál clasificarías como polímero natural?
- 5) Clasifica el quitosano, caseína, poliestireno, polietileno de alta densidad, nylon y caucho según su origen, carácter orgánico, estructura, monómero y propiedades físicas.
- 6) De los siguientes materiales poliméricos: teflón, polipropileno, poliestireno, PVC y polietileno, ¿Cuál NO se somete a reciclado?
- 7) ¿Cómo se denominan los polímeros que una vez moldeados no pueden cambiar su forma?
- 8) ¿Cómo se fabrican las bolsas plásticas de los supermercados?
- 9) ¿Por qué se dice que los polímeros han pasado a la cadena trófica?
- 10) ¿Cómo explicarías en qué consiste la degradación polimérica?

Situación-Problema para evaluar la estructura conceptual.

Tienes un amigo que ha construido una impresora 3D, pero que desconoce el mundo de los materiales poliméricos por lo que se pone en contacto contigo para que le ayudes en la elección de los filamentos. Te comenta que su objetivo es hacer un patín (*skate*) como el de la imagen y que ha realizado una búsqueda en Internet sobre los



materiales, pero que no se aclara porque hay mucha variedad. De todas formas, ha anotado cierta información de los filamentos más vendidos para impresoras 3D, información que se facilita al final del enunciado. Por consiguiente, debes ayudarle a decidir que materiales serían los más apropiados para la base, los ejes y las ruedas.

- 1) Atendiendo a las propiedades de los polímeros y al papel que juegan la base, los ejes y las ruedas en el patín, ¿Qué materiales escogerías? Decide el más apropiado para cada parte del patín e indica su nombre completo. Justifica tu elección porque puede que no haya una única solución correcta.
- 2) ¿Qué tipo de procesado emplean las impresoras 3D? Explica brevemente en que consiste.
- 3) Imaginemos que tu amigo te indica que la impresora puede calentar hasta 400°C , ¿Qué propiedad/característica de los materiales deberías valorar y por qué? Define dicha propiedad y explica las consecuencias de no valorar dicha propiedad/característica.
- 4) Si tu amigo tuviera que deshacerse del patín, ¿Qué debe hacer con los materiales seleccionados? Justifica tu respuesta y explica las consecuencias medioambientales que conlleva el uso excesivo de determinados materiales poliméricos como los mencionados en la información y como se podría reducir el incremento de los residuos plásticos.

INFORMACIÓN DE APOYO:

PLA:

- *Biodegradable.*
- *Reciclable.*
- *Temperatura fusión: $160-230^{\circ}\text{C}$*
- *Temperatura plataforma: Temperatura ambiente hasta 60°*
- *Dureza: Alta | Flexibilidad: Baja | Durabilidad: Media*
- *Dificultad de uso: Baja*
- *Contracción/deformación: Mínima*
- *Soluble: No*
- *$T_g = 60^{\circ}\text{C}$*

PVA: *ideal para objetos de formas complejas o para aplicaciones especiales.*

- *Soluble en agua y la absorbe en gran cantidad.*
- *Temperatura fusión: 180-200 °C*
- *Temperatura plataforma: 50 °C*
- *Biodegradable.*
- *T_g = 76°C*

PC:

- *Temperatura fusión: 280-305 °C*
- *Temperatura plataforma: 85-95 °C*
- *No biodegradable.*
- *Reciclable.*
- *Dureza: Muy alta | Flexibilidad: Media | Durabilidad: Muy alta*
- *Temperatura de la plataforma 90 °C – 110 °C*
- *Contracción/deformación: Considerable*
- *No deformables por el calor.*
- *Soluble: No*
- *T_g = 152 °C*

HDPE:

- *Temperatura fusión: 225-230 °C*
- *Temperatura plataforma: Temperatura ambiente.*
- *No Biodegradable.*
- *Reciclable.*
- *Resistente a casi todos los disolventes y pegamentos.*
- *T_g = -120 °C*

TPU: *El poliuretano termoplástico*

- *Dureza: Media | Flexibilidad: Muy alta | Durabilidad: Muy alta*
- *Temperatura de impresión 210 °C – 230 °C*
- *Temperatura de la plataforma de impresión: 30 °C – 60 °C*
- *Contracción/deformación: Mínima*
- *Soluble: No*
- *Reciclable.*
- *T_g = -56 °C*

ANEXO II - CUESTIONARIO

Tabla 2.1. Cuestionario para conocer la opinión de los alumnos.

<i>5 (totalmente de acuerdo), 4, 3, 2, 1 (totalmente en desacuerdo)</i>	5	4	3	2	1
ORGANIZACIÓN					
Los objetivos de la unidad didáctica están claros desde el principio y se han cumplido.					
La cantidad de materia explicada en cada sesión es adecuada.					
Tengo tiempo suficiente para entender y asimilar los contenidos que me presentan.					
Los contenidos están bien estructurados.					
El planteamiento fomenta el estudio y el trabajo personal.					
La unidad tiene una buena coordinación entre teoría y práctica.					
El grado de dificultad de la unidad es adecuado.					
La evaluación del curso está claro desde el principio.					
METODOLOGÍA					
La metodología de enseñanza utilizada es adecuada a las características del grupo y de la materia.					
Los medios didácticos (audiovisuales, pizarra, laboratorio, etc.) me han facilitado el aprendizaje.					
La metodología me ayuda a relaciona los nuevos conceptos con los ya presentes en la estructura cognitiva.					
La metodología escogida por el profesor me ha permitido seguir todos los contenidos de la unidad.					
La motivación ha aumentado con esta forma de trabajo.					
Las clases han sido interesantes, amenas y divertidas.					
He podido ser consciente de mis concepciones erróneas.					
He sustituido mis ideas erróneas por conocimientos científicos.					
La metodología llevada a cabo ha permitido que los estudiantes participando activamente.					
El trabajo en grupo me ha permitido crecer como persona.					
ACTIVIDADES					
Las actividades realizadas han sido muy variadas.					
El nivel de dificultad de las actividades ha sido graduado.					
La información aportada en las actividades es clara.					
La realización de las actividades de estructuración me han facilitado el proceso de aprendizaje.					
Las actividades propuestas cubren el temario de la unidad.					
La cantidad de actividades realizadas es suficiente.					
Las actividades realizadas me han permitido mejorar mi preparación general en aspectos como expresión oral y escrita, trabajo en equipo, uso de la información, capacidad crítica, etc.					

DOCENTE					
Ha preparado con antelación las sesiones.					
Comienza las clases con puntualidad.					
El profesor muestra el sentido, el por qué, de las cuestiones que se abordan durante la unidad didáctica.					
Explica con claridad.					
Induce cuestiones que permiten la discusión/debate y anima a los estudiantes a que compartan las ideas.					
Atiende debidamente las dudas planteadas.					
Motiva continuamente.					
Utiliza ejemplos útiles para explicar la asignatura.					
Ha seguido un ritmo adecuado durante las clases					
Trasmite interés por la asignatura.					
Logra mantener la atención de los estudiantes.					
Ha utilizado adecuadamente los medios didácticos (audiovisuales, pizarra, laboratorio, etc.) para facilitar el aprendizaje.					
Ha creado un clima muy bueno en clase.					
El profesor me ha ayudado a aprender.					
ESTUDIANTE (tras realizar esta unidad didáctica)					
He preparado la materia de forma regular.					
He mantenido la atención durante las clases.					
Soy consciente de mi grado de aprendizaje antes del examen.					
Soy capaz de aplicar lo aprendido a mi vida diaria.					
Mi interés por la ciencia en general ha aumentado.					
GENERAL					
Mi grado de satisfacción con la unidad didáctica «Los polímeros, el villano del siglo XXI» es alto.					
OBVERVACIONES:					

Fuente: Elaboración a partir del documento de (Barrado, Gallego, & Valero-García, 1999).