



Universidad de Valladolid

Trabajo Fin de Máster

**Máster de profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

(Especialidad: Física y Química 2017-2018)

“EL USO DE ELEMENTOS DE LA VIDA COTIDIANA COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE POLÍMEROS”

AUTOR: PABLO PÉREZ RODRÍGUEZ

TUTORA: CARMEN LAVÍN

RESUMEN-ABSTRACT

La Química es una ciencia experimental que se centra en el estudio de la materia y sus cambios. A través de sucesos o situaciones cotidianas, se puede llegar a enseñar y ejemplificar diferentes procesos y conceptos químicos.

La Química en la vida cotidiana se introduce gracias a experiencias visuales y prácticas, mediante actividades innovadoras de aprendizaje.

En este Trabajo se han llevado a cabo un conjunto de actividades y experimentos orientados a presentar a los alumnos el tema de polímeros, macromoléculas con aplicaciones muy diferentes y variadas, mediante una serie de metodologías didácticas.

Tanto las actividades como los experimentos que se proponen en este Trabajo de Fin de Máster, se realizan con productos y materiales que los alumnos conocen y observan en su día a día, a la vez que se trabajan diferentes competencias (digital, lingüística...) claves del currículo en el Sistema Educativo Español actual. Dichas experiencias se pueden realizar tanto en el laboratorio, como fuera del aula, teniendo como objetivo final acercar la Química a la vida cotidiana.

ABSTRACT

Chemistry is an experimental-theoretical science which focuses on the study of matter and its changes. By means of everyday events or situations, different chemical processes and concepts can be taught.

Everyday life Chemistry is introduced through visual and practical experiences with innovative learning activities.

In this work a set of activities and experiments has been carried out to introduce the students to the topic of polymers, macromolecules with very different and varied applications, through various didactic methodologies.

Both the activities and the experiments are carried out with products and materials which students know and observe day by day, while different key competences

(digital, linguistic...) of the curriculum in the current Spanish Educational System are developed.

These experiences can be performed both in the laboratory and outside the classroom, leading to the eventual aim of Chemistry to everyday life.

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Justificación	2
3. Objetivos	6
4. Contenidos científicos	7
5. Metodología	12
6. Actividades	16
6.1 Iniciación al tema	16
6.2 Estructuras de polímeros	19
6.3 Fabricación de un polímero entrecruzado. Acetato de polivinil-boro.	20
6.4 Un polímero absorbente. Poliacrilato de sodio.	28
6.5 Disolviendo el poliexpan	34
6.6 Repercusiones de los polímeros en la sociedad	39
7. Conclusiones generales	47
8. Bibliografía	48

1. INTRODUCCIÓN

La disminución del interés de los alumnos de Bachillerato en el estudio de las asignaturas de carácter científico, entre las que se incluye la Química, es un hecho preocupante ya que, entre otras razones, deriva en un menor desarrollo científico del país. Según Solbes y col. (1), los estudiantes tienen una imagen negativa de la ciencia ya que la consideran difícil, aburrida y poco interesante. En el caso de la Química, materia que nos ocupa en este Trabajo Fin de Master, la valoración negativa se debe, entre otros factores, a las estrategias tradicionalmente repetitivas, memorísticas y centradas en los aspectos más conceptuales de la materia que se han utilizado y se siguen utilizando, en muchos casos, al impartir la asignatura.

Uno de los motivos por lo que los estudiantes no muestran interés por estudiar Química es la falta de conexión entre lo que estudian y el mundo real. Como señala De Manuel (2) *“el interés hacia el aprendizaje puede comenzar cuando el sujeto se encuentra ante una situación que le interesa y le incita a su conocimiento, a su explicación”*.

Una orientación didáctica que adquiere cada vez más importancia es la enseñanza de la ciencia en contexto, es decir, en lo que forma parte de la vida cotidiana del estudiante. Esta práctica rompe con el enfoque tradicional de ciencia centrada en sí misma para abrirse al mundo real (3).

En el ámbito de la ciencia contextual cabe destacar la química cotidiana. De acuerdo con E. Rodríguez (4), *“la química de la vida cotidiana se refiere al estudio de los fenómenos cotidianos desde el punto de vista químico como un recurso didáctico para relacionar las representaciones Químicas con situaciones comunes que viven los estudiantes, de manera que se pueda facilitar la comprensión científica y el aprendizaje en esta área”*.

La incorporación de fenómenos químicos cotidianos en el aula no se limita a motivar a los alumnos, sino que implica introducir conceptos y teorías mediante actividades relacionadas con situaciones del mundo real. Entre estas actividades son esenciales experimentos químicos que involucren materiales de uso cotidiano. Por otra

parte, la formación integral de los alumnos exige que comprendan la importancia que la Química ha tenido en el desarrollo de la sociedad. Para este fin, son de gran ayuda los medios de comunicación, principalmente Internet, ya que éste es el medio más usado por los alumnos para buscar información. En la sociedad actual, dominada y dirigida a veces por los medios de comunicación, es tarea del profesor proporcionar a los alumnos las herramientas necesarias para que sean capaces de tener una actitud crítica ante la información que reciben, muchas veces no veraz o interesada.

En este trabajo se presenta una propuesta educativa para el estudio de los polímeros, incluidos entre los contenidos de la asignatura Química de 2º curso de Bachillerato, utilizando elementos de la vida cotidiana como recurso didáctico. Se proponen actividades tanto de carácter experimental como de búsqueda de información para comprender la estructura de los polímeros, sus propiedades, aplicaciones y problemas medioambientales que puedan causar. Con esta propuesta se pretende que los alumnos no vean la Química como algo ajeno a su experiencia cotidiana, sino que está prácticamente en todo lo que les rodea; de esta manera, además de despertar su interés por el estudio de la materia, su aprendizaje será significativo al basarse en su experiencia.

2. JUSTIFICACIÓN

Este Trabajo de Fin de Máster, se enmarca dentro del “Máster de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas” de la Universidad de Valladolid en la especialidad de Física y Química.

Se quiere mostrar que en todo momento, independientemente del lugar donde se encuentre una persona, se observan materiales fabricados mediante polímeros; objetos como utensilios de cocina, estropajos, sartenes, bolsas de plástico, ordenadores, móviles, coches, ropa, medias, sillas de terraza, enchufes, tubos de pegamento, tuberías, etc.

Motivarlos para que tomen interés por los polímeros es tan fácil como vincular los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en clase o en el laboratorio con su vida diaria. Este es el principal motivo por el cual me he decantado a realizar este trabajo:

que los alumnos entiendan, aprendan y se den cuenta de que, prácticamente la totalidad de lo que les rodea y que observan diariamente, está fabricado con un polímero, o lo contiene; relacionando así la Química con hechos cotidianos.

La necesidad de alcanzar una enseñanza en la que los alumnos se impliquen activamente en el desarrollo de la clase para que sean capaces de pensar por sí mismos, a tomar sus propias decisiones y a aumentar la motivación científica es posible desde el mundo de la Química. Porque, además, como ciencia que es, se relaciona con la vida real; y desde ahí da respuesta a las preguntas, necesidades e intereses de los alumnos.

Teniendo siempre presente la actual normativa en torno al Sistema Educativo, que es la **ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo de 2015** por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, la aplicación de los polímeros en la vida diaria que se propone en este Trabajo de Fin de Máster, se sitúa en el **Bloque 4: “Síntesis Orgánica y nuevos materiales”** correspondiente a la asignatura de **“Química”** en **Segundo de Bachillerato**.

En la página 32807 del BOCYL publicada el 8 de mayo de 2015, se señala con respecto a la Química que: *“En esta materia se propone un aprendizaje basado en competencias, haciendo partícipe al alumno en los procesos de enseñanza-aprendizaje e incluir en los métodos de trabajo la búsqueda de información, la experimentación, la reflexión, etc. Asimismo, es importante que el alumnado vea que la Química está presente en muchos aspectos de su vida cotidiana”*; y establece en este bloque la: *“...introducción a la Química orgánica, sus funciones más importantes, las reacciones características y sus mecanismos. Asimismo, incluye el estudio de algunos productos orgánicos muy importantes actualmente: macromoléculas y polímeros. “*

Siguiendo con la actual normativa, anteriormente citada, se incluye a continuación la tabla con contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a los polímeros:

BLOQUE 4: SÍNTESIS ORGÁNICA Y NUEVOS MATERIALES	
CONTENIDOS	<p>Macromoléculas y materiales polímeros. Reacciones de polimerización. Tipos. Clasificación de los polímeros.</p> <p>Polímeros de origen natural: polisacáridos, caucho natural, proteínas. Propiedades.</p> <p>Polímeros de origen sintético: polietileno, PVC, poliestireno, caucho, poliamidas y poliésteres, poliuretanos, baquelita. Propiedades.</p> <p>Fabricación de materiales plásticos y sus transformados. Aplicaciones. Impacto medioambiental.</p> <p>Importancia de la Química del Carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar en alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales, energía.</p>
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	<p>Representar la fórmula de un polímero a partir de sus monómeros y viceversa.</p> <p>Describir los mecanismos más sencillos de polimerización y las propiedades de algunos de los principales polímeros de interés industrial.</p> <p>Conocer las propiedades y obtención de algunos compuestos de interés en biomedicina y en general en las diferentes ramas de la industria.</p> <p>Distinguir las principales aplicaciones de los materiales polímeros, según su utilización en distintos ámbitos.</p> <p>Valorar la utilización de las sustancias orgánicas en el desarrollo de la sociedad actual y los problemas medioambientales que se pueden derivar.</p>
ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	<p>A partir de un monómero diseña el polímero correspondiente explicando el proceso que ha tenido lugar.</p> <p>Utiliza las reacciones de polimerización para la obtención de compuestos de interés industrial como polietileno, PVC, poliestireno, caucho, poliamidas y poliésteres, poliuretanos, baquelita.</p> <p>Identifica sustancias y derivados orgánicos que se utilizan como principios activos de medicamentos, cosméticos y biomateriales valorando la repercusión en la calidad de vida.</p> <p>Describe las principales aplicaciones de los materiales polímeros de alto interés tecnológico y biológico (adhesivos y revestimientos, resinas, tejidos, pinturas, prótesis, lentes, etc.) relacionándolas con las ventajas y desventajas de su uso según las propiedades que lo caracterizan.</p> <p>Reconoce las distintas utilidades que los compuestos orgánicos tienen en diferentes sectores como la alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales, energía frente a las posibles desventajas que conlleva su desarrollo.</p>

Tabla 1. Extracto del currículo de la normativa vigente: Bloque 4: Síntesis orgánica y nuevos materiales (2º Bachillerato).

El alumno que llega a 2º de Bachillerato ha de traer unos conocimientos de Química orgánica previos, adquiridos en los cursos anteriores, que le permitirá fácilmente adquirir la formación deseada en polímeros.

Según viene reflejado en la página 32601 de la **ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo de 2015** en 1º de Bachillerato, en el bloque 3: Reacciones Químicas, se ha de ver “Nuevos materiales sintéticos. Propiedades y aplicaciones”. Y en la página 32603 de la citada orden, en el bloque 5 de 1º de Bachillerato, “Química del carbono”, se estudia “El petróleo y los nuevos materiales”.

3. OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean en este Trabajo de Fin de Máster engloban tanto a la Química cotidiana como a los polímeros, y son los siguientes:

- Comprender y conocer el concepto de “Química en la vida cotidiana” y el propósito que persigue.
- Conocer las principales características en las que se basa la “Química en la vida cotidiana”, así como su dificultad de desarrollo en las aulas a lo largo del tiempo.
- Que el estudiante consiga una adecuada comprensión de un área específica de ciencia de polímeros; y a su vez, discutir nociones básicas acerca de los polímeros, su clasificación, usos y propiedades.
- Que el alumno sea capaz de identificar las propiedades Químicas y Físicas, al igual que los pros y los contras del uso de los diferentes polímeros.
- Que el educando consiga explicar cómo se usan los polímeros trabajados en las prácticas, durante la vida diaria, conociendo el proceso que tiene lugar. También deberían ser capaces de describir los beneficios de usarlos en diferentes situaciones de la vida cotidiana.
- Iniciarse en la manipulación y preparación de materiales poliméricos. Relacionar las experiencias prácticas con los principios teóricos.
- Conocer los principales polímeros utilizados en la actualidad y ser capaz de diferenciar unos de otros.
- Conocer los problemas primordiales del tratado de residuos que producen los polímeros, y principalmente el tratado del reciclado de plásticos.

4. CONTENIDOS CIENTÍFICOS

La Química de los polímeros tuvo su inicio a finales del siglo XIX y después de revolucionar nuestra vida cotidiana sigue desarrollándose y sorprendiéndonos en el siglo XXI.

Un polímero, del griego poli (muchos) y meros (parte o segmento) se define como una macromolécula de origen natural o sintético, formada por la unión, mediante enlace covalente, de miles de pequeñas moléculas denominadas monómeros que se repiten a lo largo de la cadena, formando hilos, redes tridimensionales, etc. Estas cadenas se unen entre sí a través de fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrógeno, o interacciones hidrofóbicas. Según Francisco G (5).

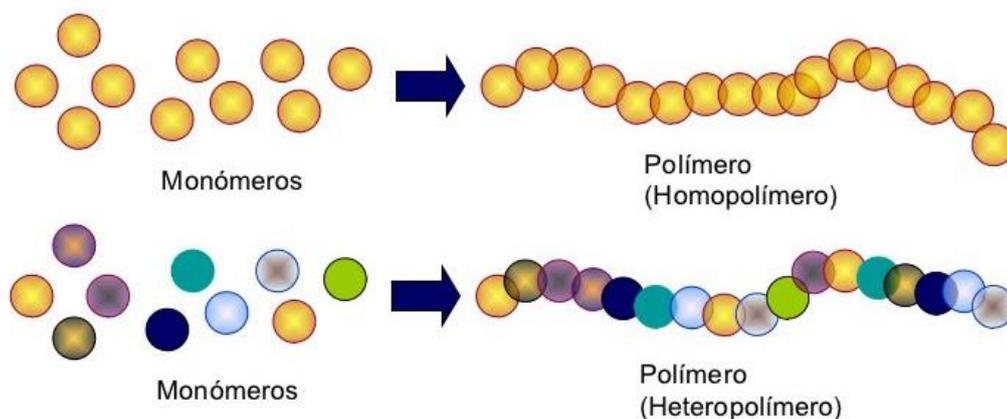


Figura 1. Unión de monómeros para la formación de polímeros. Figura tomada de Andrea Mena, *slideplayer.es. Polímeros sintéticos.*

Por tanto, la formación de un polímero se basa en la unión de miles de pequeñas unidades, denominadas monómeros, a través de enlaces covalentes, que forman largas cadenas de diferentes aspectos y tipos.

Existe una gran variedad de polímeros debido a la diversidad de monómeros, además de su posible disposición y unión; por tanto, los polímeros se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Según su origen:

- 1.1 **Naturales:** Se incluyen en este tipo a todos aquellos polímeros que provengan de los seres vivos, encontrando una gran diversidad entre ellos. Destacan la seda, el caucho, el algodón, la madera (celulosa), la quitina, etc. Y se deben incluir también los biopolímeros que cumplen funciones vitales en el organismo como son las proteínas o los polisacáridos, entre otros.
- 1.2 **Sintéticos:** Polímeros obtenidos a través de síntesis, ya sea a través de un proceso industrial o en un laboratorio, y formados a base de monómeros naturales. Dentro de este grupo se pueden incluir polímeros como el vidrio, la porcelana o el nailon.
- 1.3 **Semi-sintéticos:** Similares a los polímeros sintéticos a diferencia de que se forman por la modificación, de monómeros naturales. Dentro de este grupo se incluyen polímeros como la nitrocelulosa o el caucho vulcanizado.

2. Según el tipo de monómero:

- 2.1 **Homopolímeros:** Macromoléculas formadas por un solo tipo de monómero: monómeros idénticos. Como ejemplos, la celulosa y el caucho corresponden a homopolímeros naturales y el PVC junto con el polietileno son sintéticos.



Figura 2. Homopolímero formado por varias unidades del monómero tipo A.

- 2.2 **Copolímeros:** En este caso se forman por dos o más tipos diferentes de monómeros. Destaca la seda como un copolímero natural y la baquelita como un copolímero sintético.



Figura 3. Copolímero formado por 3 monómeros diferentes (A-B-C).

3. Según su forma o estructura: Al proceso de unir las cadenas de un polímero se le conoce como entrecruzamiento, existiendo diferentes maneras de entrecruzar las cadenas de un polímero. La unión de los polímeros puede dar diferentes formas de polímeros y estas formas influyen en las propiedades y capacidades que tiene. Destacar la relación existente entre la estructura que tienen los polímeros con las propiedades que estas estructuras generan. Existen tres tipos:

3.1 Lineales: Poseen dos zonas de unión y la polimerización, o unión entre monómeros, ocurre en una sola dirección pero en ambos sentidos. Como por ejemplo el polietileno.

3.2 Ramificados: Existe una zona más de unión, 3 en este caso, y la polimerización ocurre de forma tridimensional, en las 3 direcciones del espacio (polímeros trifuncionales). Existiendo en forma de estrella y de red. Destaca el poliestireno (PS).

3.3 Entrecruzados: Cadenas lineales adyacentes que se unen linealmente mediante enlaces covalentes como por ejemplo el caucho.

4. Según su dureza: Como la mayoría de las propiedades que presentan los polímeros, dependen de la estructura que posean, por tanto existen:

4.1 Rígidos: Dentro de este tipo de polímeros suelen presentar características como una alta resistencia y casi no sufren deformaciones, pero se quiebran con facilidad. Estructura ramificada.

4.2 Flexibles: Soportan altas dosis de deformaciones y no se rompen tan fácilmente como los rígidos. Forma lineal, cadenas unidas por interacciones débiles.

5. Según su comportamiento con el calor:

5.1 Termoplásticos: Formados por materiales rígidos a temperatura ambiente, pero que a altas temperaturas se vuelven blandos y moldeables, sin cambiar sus propiedades.

5.2 Termoestables: Son materiales rígidos, frágiles y con cierta resistencia térmica. Una vez se aplica presión o calor se convierten en sólidos más rígidos que los polímeros originales; cambian de forma. Destacan la baquelita y el PVC.

5.3 Elastómeros: Materiales que tienen propiedades elásticas. Pueden sufrir grandes deformaciones sin romperse y recuperan su forma original cuando deja de actuar la fuerza. Como ejemplo destaca el caucho natural o la silicona.

Existe una gran variedad de polímeros como se ha mostrado en la clasificación realizada previamente, por tanto las aplicaciones que poseen van a ser muy diferentes y variadas:

- **Revestimientos:** Protegiendo el sustrato contra daños externos, además de aumentar la resistencia del producto para una mayor duración. Destacan los vinilos para el recubrimiento de suelos y tuberías.
- **Adhesivos:** Como su propio nombre indica sirven para unir o pegar materiales. Destacan los pegamentos. Se incluyen polímeros como el poliacetato de vinilo y las resinas epoxi.
- **Materiales estructurales y para ingeniería.**
- **Envasado:** Monopolio de los plásticos, a través de diferentes polímeros como son el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), etc.
- **Ropa:** La mayoría de la ropa que se viste en la actualidad está formada por una mezcla de poliésteres y poliamidas. Destacar de las poliamidas que se comercializaron por primera vez en 1940 y su primer uso fue en las medias de nylon.
- **Baterías:** Destacan las baterías de litio, que consisten en pilas recargables. Muy utilizadas en la actualidad.
- **Conductores:** Se les conoce también como metales sintéticos, y fueron descubiertos en 1974. Son transistores y poseen una estructura similar a la del silicio. Se utilizan en pantallas de vídeo y en las nuevas marcaciones en los productos de los supermercados.

- **Electroluminiscencia:** Se utilizan como sustituto de los tubos fluorescentes debido al ruido que provocan y el color amarillento de su luz. Gracias a matrices poliméricas nanoestructuradas, se consiguen paliar estos problemas, aceptando diversas formas y colores para la luz.
- **Biomedicina:** Una de las áreas donde mayor avance han supuesto los polímeros. Para equipo quirúrgico, formado principalmente por polímeros termoestables y termoplásticos, para formar bolsas de suero, tubos flexibles, adhesivos, pinzas, etc. Destacando el uso de polipropileno y policloruro de vinilo.

Otro de los campos donde empiezan a tener una gran importancia es en los dispositivos de fijación ósea, gracias al polimetilmetacrilato. Destacan los implantes ortopédicos o prótesis basados principalmente en el teflón y las poliamidas.

Estas son las principales aplicaciones de los polímeros en nuestra actualidad, pero cabe destacar que no son las únicas, otras de menor importancia ayudan y facilitan la vida diaria, pero las más importantes se encuentran englobadas dentro de esta clasificación. Como se observa, las aplicaciones van desde utensilios de cocina, o herramientas para ayudarnos en nuestro día a día, hasta materiales para poder construir grandes infraestructuras o que ayudan a nuestro organismo como la medicina (prótesis e implantes).

Se considera, a los avances de los polímeros, uno de los avances tecnológicos más importantes de los últimos 200 años y sin los cuales, actualmente, no existirían los plásticos. Por eso se conoce al siglo XX como la “Época de los Plásticos”.

5. METODOLOGÍA

Como se ha definido con anterioridad, la Química en la vida cotidiana se refiere al tratamiento y estudio de diferentes procesos o fenómenos cotidianos que relacionan la Química y su estudio con situaciones comunes que tienen los estudiantes en su día a día, pudiendo acercar y facilitar la comprensión científica y su aprendizaje. Sus principales características son las siguientes:

- **Parte de fenómenos observables:** Una de las grandes claves de poder acercar la Química a la vida cotidiana, es a través de hechos o situaciones cotidianas y cercanas como son las que ocurren en el día a día; ya sea en casa, en la calle, con los amigos o en cualquier lugar. Para ello, es necesario observar los fenómenos o procesos para poder entender cómo y porqué ocurren los procesos o cambios químicos observados.

- **Utiliza ejemplos y analogías de la vida cotidiana:** La Química es una ciencia presente en los medios de comunicación, que aparecen en temas como el pH, el reciclado de plásticos, la batería del automóvil, fármacos, cosméticos, o conservantes, entre otros. Fenómenos cercanos para poder conocer y entender su utilidad y funcionamiento.

A la hora de poder seleccionar las experiencias cotidianas, se necesitan unas referencias de cierta veracidad y calidad como son los medios de difusión científica (congresos, revistas, o la web, entre otras), ya que los fenómenos que se encuentran en los libros de textos, en muchos casos, contienen experimentos con escaso rigor científico.

- **Promueve actividades innovadoras de aprendizaje:** Para poder llamar la atención de los alumnos y que aprendan e investiguen, no se pueden seguir las maneras tradicionales o memorísticas utilizadas para aprender otros conceptos, hay que innovar. A través de actividades prácticas, visuales y en grupo, se pueden conocer los diferentes conceptos, entenderlos, interpretarlos y finalmente, asimilarlos. Una forma de aprender mucho más interactiva y menos monótona que las utilizadas hasta ahora. Se aprende observando, interactuando unos con otros, sin la frustración de tener que aprender numerosos términos de memoria. E. Rodríguez (4)

Dentro del aula, y como futuro docente, se han de aplicar y utilizar ciertos aspectos a la hora de ayudar a los alumnos a aprender y conocer los conocimientos, mediante los llamados aspectos docentes, que son los siguientes:

- Para poder **MOTIVAR** en la asignatura de Química, se ha de vincular la materia con la vida cotidiana de los alumnos; poder sacarlos del aula en la medida posible y visitar el laboratorio.
- Para **ENSEÑAR**, el educador ha de estar formado en la materia, dejarse llevar por la vocación y ser capaz de interesarse en cada alumno en todos sus aspectos, tanto personales como intelectuales.
- Para **EDUCAR** ha de ver al alumno como un ser social, preparándolo para su integración en la sociedad, impartiendo valores como la capacidad de autonomía y toma de decisión, aspectos fundamentales a desarrollar, que han de fomentar en él la plena autorrealización y el máximo desarrollo de sus potencialidades.

Además de los aspectos docentes se han de incluir también las competencias trabajadas en este Trabajo de Fin de Máster, que son las siguientes:

- **Competencia lingüística (CL)**. Utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, así como de aprendizaje y regulación de conductas y emociones; además de conocer los usos y expresiones propias del lenguaje científico.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCBCT)**. Habilidad para utilizar números, símbolos y relaciones matemáticas, realizar operaciones y desenvolverse en la expresión y el razonamiento matemático para producir e interpretar información, para conocer aspectos cualitativos y cuantitativos de la realidad y para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana.
- **Competencia digital (CD)**. Habilidad para buscar y obtener información gracias a las tecnologías de la información (TICs) y transformarla en conocimiento:

acceder, seleccionar, analizar, sintetizar, relacionar, deducir y ser capaz de comunicar empleando las nuevas tecnologías.

- **Competencia para aprender a aprender (CAA).** Aprender a aprender supone iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de continuarlo de manera autónoma. Consta de dos dimensiones: por un lado, ser consciente de las propias capacidades intelectuales, así como del proceso y las estrategias para desarrollarlas; por otro lado, ser consciente de lo que el alumno puede hacer tanto por sí mismo como con ayuda de los demás.

Existen, además, una serie de procesos de enseñanza y de aprendizaje para facilitar su implicación a través, principalmente, del docente. Los procesos son los siguientes:

- En el **proceso de aprendizaje de la Química**, al igual que en el proceso de cognición científica, se basa en el estudio de diferentes procesos, leyes y transformaciones que se llevan a cabo en esta rama de la ciencia. Pero es tarea del docente crear un clima idóneo y unas condiciones óptimas de trabajo dentro del aula, para que los estudiantes consigan ese interés necesario, que se resiste en los últimos años, para que el alumnado disfrute y aprenda la Química. Según **Caamaño (2003)** (E. Rodríguez (4)) *“la percepción directa de las sustancias, de las reacciones Químicas, de las aplicaciones de la Química de la vida cotidiana por parte de los alumnos constituye una de las vías insustituibles para construir representaciones, formar conceptos y realizar las generalizaciones teóricas necesarias.”*
- El **proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química**, mediante la realización de actividades en grupo dentro del aula, con la intervención en su mayoría del alumnado, el docente fomentará el interés y la participación con el objetivo final de relacionar la estructura microscópica (conceptos como átomo, mol, enlace, electrones, etc.) con el comportamiento macroscópico de las sustancias (aspecto, propiedades, etc.) mediante el uso de un lenguaje científico, basado principalmente, en la nomenclatura química y las reacciones químicas, junto con las principales funciones de las diferentes sustancias que se observen. E. Rodríguez (4)

El propósito de la Química cotidiana no se basa en la motivación de los alumnos, o en la realización de actividades interactivas o atractivas para interpretar y conocer diferentes conceptos, sino en poder estudiar la Química e introducir el tema de polímeros a través de los procesos químicos que ocurren en nuestro día a día, mediante, principalmente, el uso de experimentos. Se necesitan numerosos procesos, estudios e investigaciones a la hora de seleccionar los experimentos cotidianos que se consideran aptos para la introducción de los polímeros en la vida cotidiana. Por tanto, esto conlleva hablar y hacer ciencia. (6)

Se realizan experimentos para introducir la Química en la vida cotidiana porque constituye una forma valiosa de que los alumnos aprendan observando mediante hechos que observan en su día a día, motivándoles en su aprendizaje. Pues deben observar, comparar, analizar, relacionar y realizar inducciones y deducciones.

La principal dificultad que presentan los docentes en el área de Química se centra en no poder realizar prácticas de laboratorio, debido a que no cuentan con laboratorios amplios ni con la cantidad de material suficiente para realizar experiencias con los alumnos. Sin embargo, a través de este Trabajo de Fin de Máster, se quiere mostrar que existe una gran cantidad de experimentos que no requieren de grandes laboratorios o materiales, y que se pueden realizar actividades en el laboratorio con materiales que los mismos estudiantes utilizan en su día a día en el hogar, como experimentos que los alumnos pueden realizar de manera independiente, y sin ningún tipo de peligro, en casa.

Además, mediante este Trabajo de Fin de Máster, se pretende realizar este tipo de actividades y experimentos para ayudar a introducir la Química y el tema de polímeros en la vida cotidiana. Lo importante es que el docente se aventure a ir más allá y reconozca la importancia de partir de los conocimientos previos de las vivencias diarias de los estudiantes para introducir la Química a una generación que la teme.

6. ACTIVIDADES

Con el fin de acercar la Química a la vida cotidiana, y que los alumnos conozcan, entiendan y aprendan diferentes conceptos y procesos sobre los polímeros, en este Trabajo de Fin de Máster se proponen una serie de actividades, algunas de ellas son de carácter experimental y otras están encaminadas a la utilización de medios de comunicación. Las actividades experimentales se encuentran al alcance de cualquier alumno, pudiéndose realizar tanto en el hogar como en el laboratorio junto al profesor, sin ningún peligro y con altas probabilidades de observarlos con éxito.

Estas actividades se centran en 2º de Bachillerato, ya que son necesarios ciertos conocimientos previos para entender el procedimiento, así como los procesos químicos o físicos que tengan lugar.

Las actividades que se van a realizar vienen en relación a temas que se tratan durante el curso académico, como son los temas de: “Macromoléculas y materiales polímeros”, “Tipos. Clasificación de los polímeros”, “Polímeros de origen sintético: polietileno, PVC, poliestireno, caucho, poliamidas y poliésteres, poliuretanos, baquelita. Propiedades”, “Fabricación de materiales plásticos y sus transformados. Aplicaciones. Impacto medioambiental” y por último, “Importancia de la Química del Carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar en alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales y energía”. En todos estos temas se incluyen principalmente los polímeros; concepto actual que deben conocer y ser capaces de observar a través de estos experimentos y las actividades que se van a realizar.

6.1 INICIACIÓN AL TEMA

Inicialmente se propondrán a los alumnos dos actividades sencillas para la presentación del tema. Se pretende que los alumnos observen y se den cuenta que muchos de los materiales que les rodean, así como los que utilizan en su día a día, están constituidos por polímeros. De esta manera, se van familiarizando con el concepto de polímero, su estructura, los materiales donde se encuentran y los usos que tienen.

La primera actividad se realizará en el aula. El docente presentará noticias que aparecen en los periódicos relacionadas con polímeros, con la finalidad de despertar su interés. Esta actividad permite conocer las ideas que tienen los alumnos sobre polímeros. Mostrándoles que son numerosas las noticias que aparecen en los medios de comunicación sobre el tema. Para la presentación se puede elegir entre las siguientes:

- *“Nadie sabrá que te vistés de basura”* artículo procedente de *El País*, donde las prendas tejidas con residuos reciclados abren nuevos caminos creativos a los diseñadores.
- *“Reino Unido prohíbe los microplásticos en los cosméticos”* artículo procedente de *El País*, en el que microplásticos procedentes de cremas, geles o pastas de dientes, producen una gran contaminación en los ecosistemas marinos. Por esta razón se ha aprobado su prohibición.
- *“En la Edad del Plástico, apostemos por la sostenibilidad”* artículo procedente de *El Mundo*, donde se describen los numerosos usos de los plásticos y de los principales problemas que generan en el medio ambiente.
- *“El Pacífico alberga tanto plástico como tres veces la superficie de Francia”* artículo procedente de *El País*, en el que a través de un estudio realizado por la revista *Scientific Reports*, se muestra la verdadera contaminación que sufre el Océano Pacífico causada por los plásticos.
- *“Bolsas que se beben”* artículo procedente de *El País*, donde un emprendedor indonesio ha creado unas bolsas de almidón de yuca que se convierten en comida para los peces si acaban accidentalmente en el mar.

Cada alumno realizará un breve informe (máximo dos caras) sobre el artículo que reciba, que se entregará en la sesión siguiente.

Para **la segunda actividad** se presentan, en la Tabla 2, materiales constituidos por polímeros, el tipo de polímeros que los forman (tanto naturales como sintéticos) y sus aplicaciones. En clase se muestran las dos primeras columnas de la tabla y se indaga sobre los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre polímeros. Se les propone una búsqueda de información sobre las aplicaciones de los polímeros

mostrados en la tabla y rellenar la tercera columna. Esta parte de la actividad la realizarán fuera del aula y se corregirá en la sesión siguiente de manera conjunta.

NOMBRE DEL POLÍMERO	ABREVIACIÓN	USOS
Seda (poliamidas)	-	Tejidos y telas
Celulosa (polisacáridos)	-	Papel, algodón.
Tereftalato de Polietileno	PET	Botellas de agua, numerosos tipos de envases, cintas, etc.
Polietileno de alta densidad	HDPE	Botellas de detergente, yogures, bolsas del supermercado, contenedores de reciclaje, mangueras, etc.
Cloruro de Polivinilo	PVC	Tubos de plástico, todo tipo de adornos, defensas para automóviles, cortinas, etc.
Polietileno de baja densidad	LDPE	Bolsas de fruta, de pan, anillos de “six pack”, contenedores de alimentación, etc.
Polipropileno	PP	Cubiertas plásticas, botes de ketchup, botes de medicina, aerosol, tapas de botellas, etc.
Poliestireno	PS	Vasos, vajillas de plástico, accesorios para escritorios, cartón de huevos, bote de aspirinas, bandejas de cafeterías, etc.
Otros Plásticos (nylon)	Otros Plásticos	Diferentes productos de ropa fabricados con nylon, Tupperware, etc.

Tabla 2. Materiales constituidos por diferentes polímeros. Usos y aplicaciones.

Las competencias trabajadas en estas dos actividades iniciales son las siguientes:

- Competencia Digital – A través de la búsqueda y síntesis de información en Internet para confeccionar la tabla de la segunda actividad.
- Competencia Lingüística – Mediante el uso y tratamiento de un lenguaje científico, para la realización del informe sobre el artículo.
- Competencia Aprender a Aprender – Realizando estas actividades se asimilan conceptos fundamentales relacionados con los polímeros utilizados en nuestra vida diaria.

6.2 ESTRUCTURAS DE POLÍMEROS

La tercera actividad se realizará en el aula y tiene como objetivo una mejor comprensión de conceptos básicos: monómero, polímero, polímero de cadena lineal y polímero entrecruzado. Los alumnos construirán dos tipos de polímeros utilizando modelos moleculares.

Inicialmente se formará el monómero y seguidamente se procederá a la formación de un polímero de cadena lineal. A continuación, se construirá un polímero entrecruzado (Figura 4).

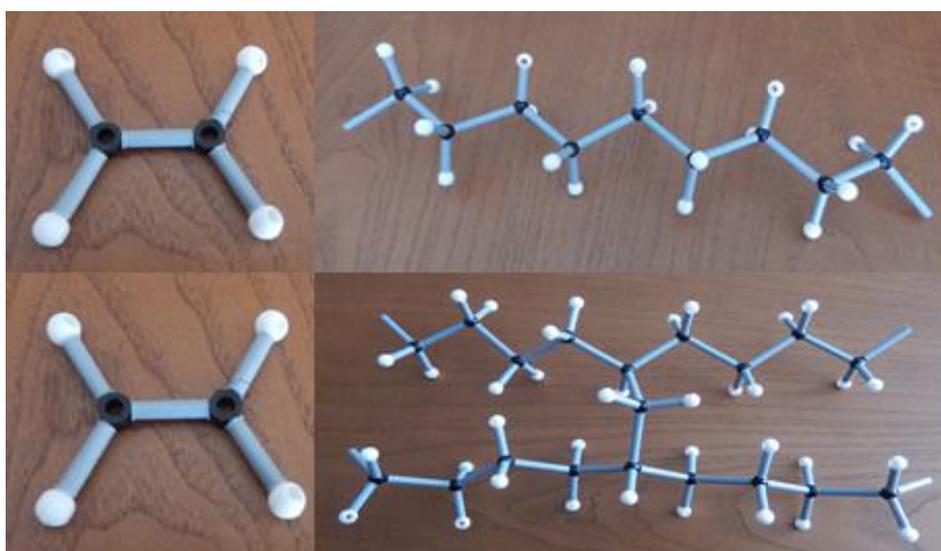


Figura 4. Estructuras de polímeros. Formación del monómero, del polímero lineal y del polímero entrecruzado.

El grado de entrecruzamiento tiene gran influencia en las propiedades del polímero pues se crea una estructura tridimensional con numerosos nuevos enlaces que le aportan rigidez.

Una vez finalizada la actividad, se pregunta a los alumnos cuál de los dos polímeros será más rígido y por qué. Se introduce la clasificación de los polímeros en termoplásticos y termoestables.

Ésta es una actividad muy sencilla, rápida y que muestra de manera muy visual qué es un monómero, un polímero y el grado de entrecruzamiento.

Las competencias trabajadas en esta actividad son las siguientes:

- Competencia Lingüística – Mediante el uso y tratamiento de un lenguaje científico.
- Competencia Aprender a Aprender – Realizando esta actividad se asimilan conceptos fundamentales relacionados con los polímeros.

6.3 FABRICACIÓN DE UN POLÍMERO ENTRECruzADO. ACETATO DE POLIVINIL-BORO.

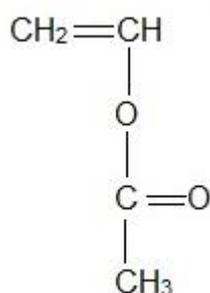
El objetivo de esta actividad, de carácter experimental, es obtener un polímero entrecruzado y explorar el cambio en sus propiedades físicas como resultado del grado de entrecruzamiento.

Las características del material polimérico dependen en gran medida de las moléculas que lo formen y de cómo se relacionen las cadenas que forman el polímero. Por ejemplo, existen polímeros flexibles como las bolsas de plástico, o frágiles y rígidos como los CDs, según sea su estructura. Si las cadenas están separadas se obtiene un material flexible y moldeable; en cambio, si las cadenas se encuentran cercanas y muy unidas, el material que se obtiene es muy poco flexible.

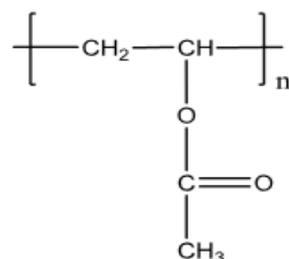
El experimento consiste en la formación de un polímero, el acetato de polivinil-boro, a partir de productos cotidianos que se tienen en el hogar, como la cola o pegamento y el bórax. El bórax es una sustancia que contienen ciertos detergentes, o que se puede comprar en cualquier droguería a un precio muy asequible. Se pueden obtener productos con propiedades diferentes dependiendo de las cantidades de los reactivos que se utilicen.

El principal ingrediente de la cola blanca utilizada en este experimento es el acetato de polivinilo, que se obtiene mediante la polimerización del acetato de vinilo. La cola blanca fue preparada por primera vez por el químico alemán Fritz Klatte en 1912.

MONÓMERO (Acetato de vinilo)



POLÍMERO (Acetato de polivinilo)



El procedimiento experimental que se presenta es una adaptación de una actividad publicada por el Institute for Chemical Education (7).

Materiales:

- Agua y Cola blanca.
- Tetraborato de sodio (Bórax) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$). El bórax es un agente blanqueador y puede quemar los ojos.
- Varios vasos de plástico. Espátulas.
- Bata blanca de laboratorio. Gafas de seguridad. Guantes.
- No probar, comer o lamer el producto final o masilla. Las manos deben lavarse después de trabajar con la masilla.

Procedimiento:

La actividad se llevará a cabo en el laboratorio y, para su desarrollo, se hacen dos grupos de alumnos. Cada grupo, dividido en parejas, realizará el experimento de una manera diferente. Una vez finalizado, se podrán en común los resultados.

El primer grupo realizará dicho experimento de la siguiente manera:

- I. Se vierten 10 ml de cola blanca o pegamento sobre un vaso de plástico y se diluye en una pequeña cantidad de agua, observando una sustancia con cierta viscosidad (Figura 5).



Figura 5. Cola blanca diluida en agua.

- II. A continuación, se prepara una solución sobresaturada de bórax en otro vaso de plástico; el bórax actuará como agente entrecruzante.
- III. Posteriormente, se vierte sobre el vaso de plástico donde se encuentra la solución diluida de cola, **una pequeña cantidad de la solución sobresaturada de bórax** y se agita suavemente para que el bórax haga efecto sobre la solución inicial (Figura 6). Es conveniente que un alumno remueva continuamente mientras el compañero agrega la solución de borato.



Figura 6. Solución diluida de cola con una pequeña cantidad de solución sobresaturada de bórax.

- IV. Por último, como se observa en la Figura 7, se obtiene un material viscoso, como una masilla, la cual se retira del vaso y se puede moldear con las manos para liberar el exceso de agua que pueda contener. Este será el polímero final, acetato de polivinil-boro, obtenido con poca cantidad de agente entrecruzante (bórax).



Figura 7. Polímero final, acetato de polivinil-boro, con poca cantidad de bórax. Material viscoso.

El segundo grupo, realizará el experimento de la siguiente manera:

- I. Se vierten 10 ml de cola blanca o pegamento, sobre un vaso de plástico y se diluye en una pequeña cantidad de agua.
- II. A continuación se prepara una solución sobresaturada de bórax en otro vaso de plástico; actuará como agente entrecruzante.
- III. Posteriormente, se vierte sobre el vaso de plástico donde se encuentra la solución diluida de cola, **toda la solución sobresaturada de bórax**, mezclando en este caso, una cantidad mucho mayor de agente entrecruzante, provocando la solidificación del producto final. Se agita suavemente para que el bórax haga efecto sobre la solución inicial como se observa en la Figura 8.



Figura 8. Solución diluida de cola con una gran cantidad de solución sobresaturada de bórax.

IV. Por último, como se observa en la Figura 9, se obtiene un material muy poco viscoso, más bien rígido, debido a que se ha introducido una cantidad mayor de agente entrecruzante.

Se retira del vaso y se puede moldear con las manos para liberar el exceso de agua que pueda contener. En este caso se ha dado la forma de pelota con las que poder jugar, aunque cabe mencionar que las obtenidas en este experimento no producen grandes botes.



Figura 9. Polímero final, acetato de polivinil-boro, con gran cantidad de bórax.

Se pueden alterar las proporciones de los materiales usados para conseguir distintas texturas, así como adicionar unas gotas de colorante alimentario para obtener pelotas de distintos colores.

Explicación:

La cola blanca o cola alemana, se obtiene mediante la polimerización del acetato de vinilo, el cual se prepara a partir de etileno, haciendo reaccionar éste con oxígeno y ácido acético en presencia de un catalizador de paladio. Estas dos son las reacciones de síntesis del acetato de polivinilo:

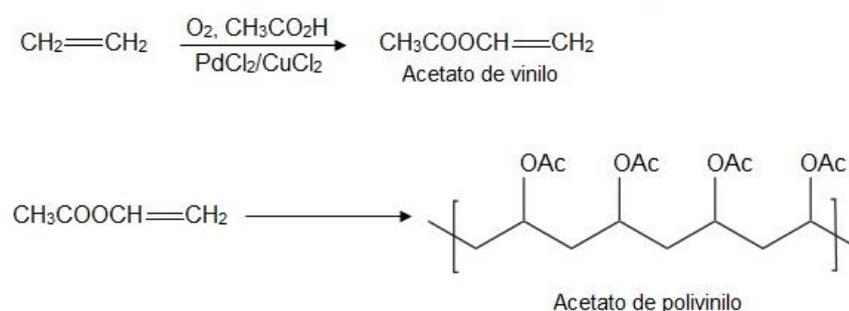
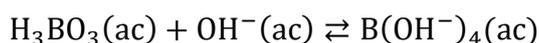
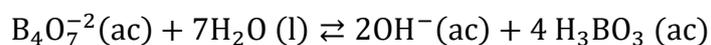
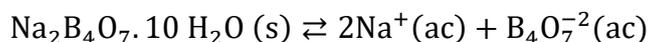


Figura 10. Reacciones de síntesis del acetato de polivinilo.

El bórax es el tetraborato de sodio decahidratado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), que al disolverse en agua se hidroliza dando ácido bórico e iones hidroxilo (OH^-), obteniéndose un pH próximo a 9.



Por tanto, el Bórax, en su puesta en contacto con agua, posee grupos hidroxilo (unión entre oxígeno e hidrógeno), como se observa en la siguiente Figura:

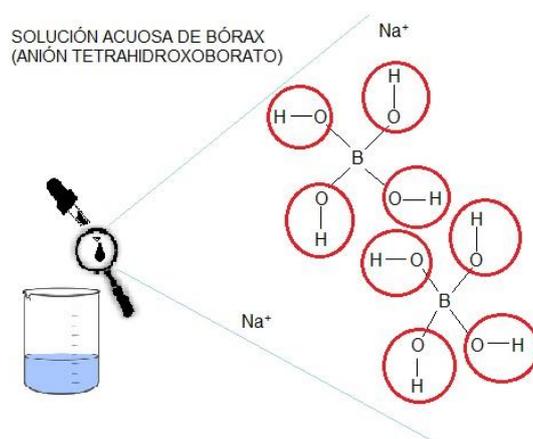


Figura 11. Solución acuosa de bórax. Presencia de grupos hidroxilo.

Cuando se mezclan una disolución acuosa de bórax y acetato de polivinilo, los grupos $-\text{OH}$ de las moléculas de bórax reaccionan con los grupos acetatos de las moléculas de cola, eliminando ácido acético y formando nuevos enlaces entre el bórax y dos moléculas de cola. A este proceso de unión se le conoce como entrecruzamiento. (8).

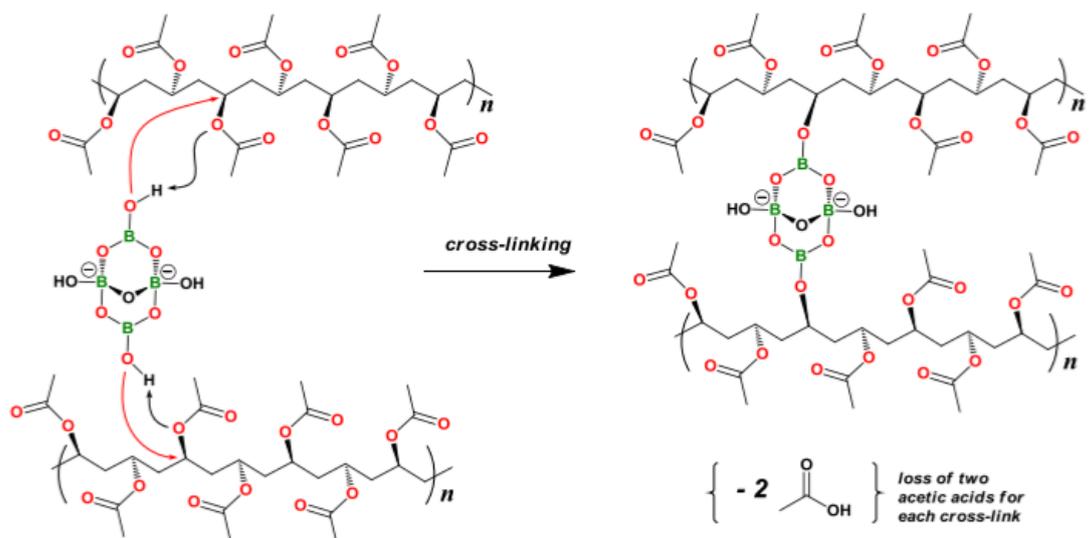


Figura 12. Polimerización del acetato de polivinilo con bórax (Fuente: <http://www.individual.utoronto.ca/jenna/Highschool/experiments/SillySynthetics>).

El resultado es que las cadenas quedan entrecruzadas, obteniéndose un polímero de mayor o menor viscosidad en función de la cantidad de bórax que se añade. Cuanto más entrelazadas estén las moléculas del polímero, más dura será la mezcla. (9).

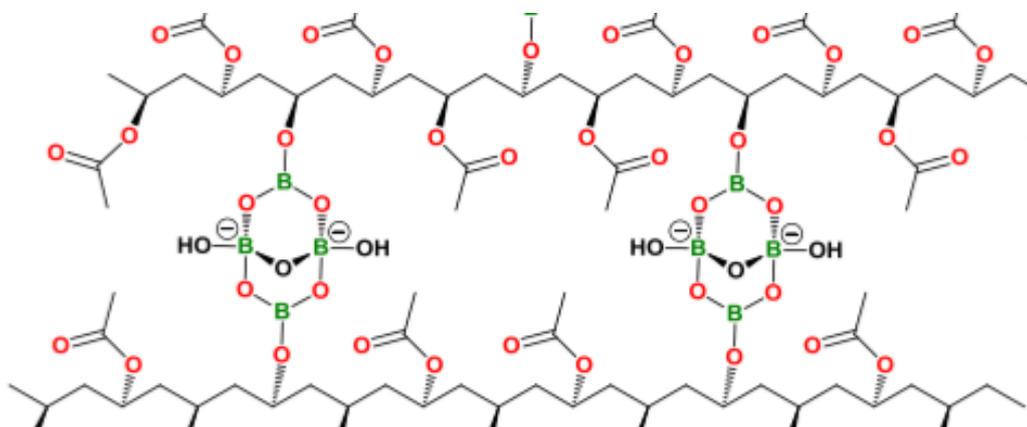


Figura 13. Acetato de polivinil-boro.
Fuente: https://www.lsu.edu/science/chemistry/news/spotlight/chem_demo/Demo-3-Silly-Putty.

Por tanto, en el experimento realizado por el primer grupo, donde se vierte poca cantidad de bórax, el producto final que se obtiene posee cierta viscosidad y apariencia de *Slim* o “baba”, ya que las moléculas se han entrecruzado poco.

En cambio, en el experimento realizado por el segundo grupo, donde la cantidad de agente entrecruzante que se vierte es muy grande, el material se vuelve mucho menos

viscoso y más rígido, pudiendo formar en este caso bolas o pelotas, con ciertas propiedades elásticas.

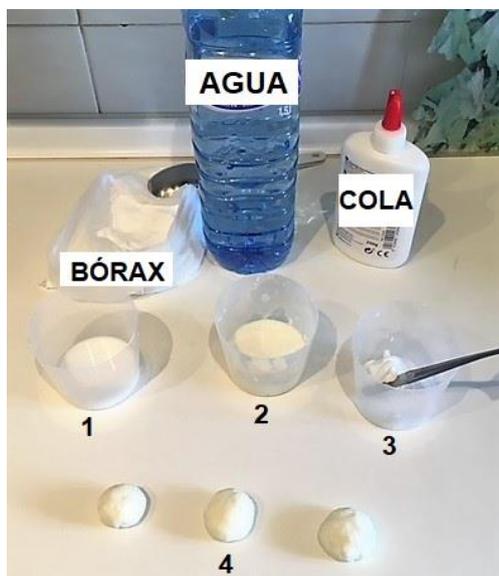


Figura 14. Resumen sobre los pasos seguidos en el experimento: "Fabricación de un polímero. Acetato de polivinil-boro".

En la Figura 14, se muestra a modo de resumen los pasos que se han seguido durante el experimento: El *Slim* o baba (Punto 3) y las pelotas obtenidas a través del segundo grupo (Punto 4). También se muestran los reactivos iniciales: el bórax en estado sólido, el agua y la cola; así como los procesos intermedios: la solución sobresaturada de bórax (Punto 1) y la cola disuelta en agua (Punto 2).

Una vez finalizado el experimento, se entregará un cuestionario a los alumnos para que se resuelvan ciertas cuestiones en el aula; y otras, en casa:

- ¿Cuál es el nombre químico del bórax? ¿y la fórmula química?
- ¿Cuál es la composición de la cola blanca?
- Dibuja el acetato de vinilo e indica su fórmula química y sus grupos funcionales.
- ¿Con qué fin se añade la disolución de bórax?
- ¿Qué es una disolución saturada?
- ¿Qué tipo de polímero se obtiene en este experimento?
- En el caso de que se vierta una gran cantidad de bórax sobre la disolución inicial de PVA, ¿qué ocurriría?:
 - El material se vuelve más flexible.
 - No afecta al material.

- El material se vuelve menos flexible.
- h) ¿Qué ocurre si se agrega más bórax a la mezcla? ¿Y si se diluye aún más la cola? (9).
- i) ¿Qué crees que sucedería si se utiliza una disolución no saturada de bórax?
- j) Existen polímeros en los que se puede generar un entrecruzamiento químico. Busca ejemplos y aplicaciones para estos polímeros.

Las competencias que se han trabajado en este experimento son las siguientes:

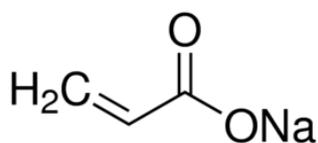
- Competencia Digital – A través de la búsqueda y síntesis de información en Internet para responder ciertas actividades del cuestionario.
- Competencia Lingüística – Mediante el uso y tratamiento de un lenguaje científico, así como conceptos específicos de Química.
- Competencia Aprender a Aprender – Realizando este experimento se asimilan mejor los conceptos de entrecruzamiento y viscosidad. Del mismo modo que el conocimiento de sustancias como bórax y acetato de polivinilo; sus fórmulas químicas, grupos funcionales y reacciones de formación.

6.4 UN POLÍMERO ABSORBENTE. POLIACRILATO DE SODIO.

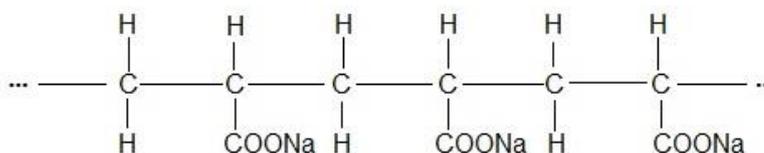
Esta actividad, se centra principalmente en las diferentes aplicaciones de los polímeros y se realiza en el laboratorio.

Se observa una propiedad muy útil que tienen algunos polímeros: la capacidad de absorber agua o soluciones acuosas. El polímero empleado es el poliacrilato de sodio, cuya fórmula molecular es $(C_3H_3NaO_2)_n$ y fue inventado por un grupo de investigadores de la *Dow Chemical Company* en 1966. El monómero de partida es el acrilato de sodio, con fórmula molecular $C_3H_3NaO_2$.

Monómero (Acrilato de sodio)



Polímero (Poliacrilato de sodio)



Al poliacrilato de sodio también se le conoce como “superabsorbente”. Su aspecto es de polvo blanco, inodoro y que puede absorber hasta 1000 veces su volumen en agua. Una de sus aplicaciones es su uso en pañales; ese material “mágico”, absorbente, que se anuncia para retener hasta la última gota de fluidos y que se debe a pequeñas partículas de este polímero.

Para mostrar a los alumnos el poder absorbente de algunos polímeros se llevará a cabo un experimento sencillo que será realizado por el profesor.

Materiales:

- Pequeña cantidad de poliacrilato de sodio.
- Vaso de plástico de 300 ml.
- Cuchara.
- Bata blanca de laboratorio. Gafas de seguridad. Guantes.

Procedimiento:

En un vaso de plástico se coloca una pequeña cantidad de poliacrilato de sodio (Figura 15).



Figura 15. Poliacrilato de sodio en el vaso de plástico.

A continuación, se añade agua del grifo hasta que se llene. Una vez lleno, se esperan unos 10-15 segundos, al cabo de los mismos, se observa que en el interior del vaso se ha formado un gel cristalino. Toda el agua ha sido absorbida por el polímero. Al dar la vuelta al vaso no se derrama ni una gota de agua.



Figura 16. Gel cristalino que se forma al absorber el poliacrilato de sodio el agua.

Esta experiencia también puede realizarse con un pañal. Primero se abre el pañal y se saca el algodón que tiene en su interior. Después, se empieza a frotar y a desmenuzar para que vaya saliendo una especie de "polvo blanco" (Figura 17). Este polvo es el propio poliacrilato de sodio, el polímero absorbente que se necesita para este experimento. Una vez obtenido el polímero, se seguiría el procedimiento descrito anteriormente.



Figura 17. Proceso de apertura de un pañal y extracción del poliacrilato de sodio.

Explicación:

El poliacrilato de sodio es un polímero cuya propiedad principal es su capacidad de absorber grandes cantidades de fluidos, aumentando su volumen. El polímero está formado por largas cadenas entrecruzadas que poseen grupos de carácter iónico, COO^- y Na^+ .

POLIACRILATO DE SODIO

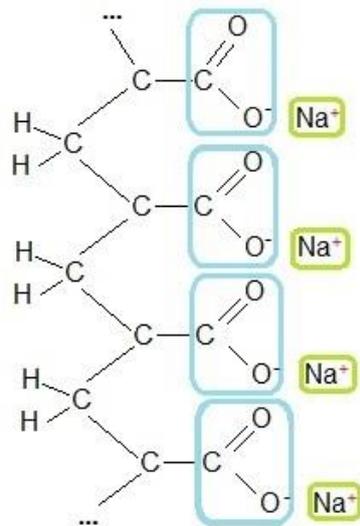


Figura 18. Poliacrilato de sodio. Grupos iónicos COO⁻ y Na⁺.

¿Qué ocurre al añadir agua al poliacrilato de sodio? La capacidad de absorber grandes cantidades de agua se debe a su estructura; existen grupos carboxilatos de sodio en la cadena principal del polímero. Al añadir agua se separan los iones Na⁺ y los iones negativos que permanecen en la cadena se repelen, produciéndose su estiramiento. Como consecuencia, el agua queda atrapada dentro del polímero como se observa en la Figura 19:

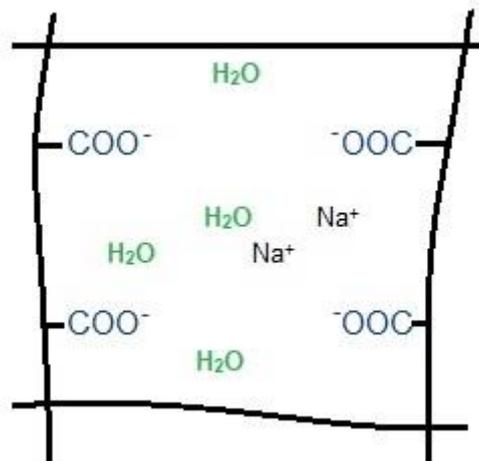


Figura 19. Agua atrapada dentro del polímero.

La cantidad de agua retenida por parte del poliacrilato de sodio puede ser muy grande. En el caso del pañal, provoca que se hinche y aumente de volumen, absorbiendo una gran cantidad de fluidos.



Figura 20. Resumen de los pasos seguidos en el experimento: "Un polímero absorbente. Poliacrilato de sodio".

En la Figura 20, se muestra a modo resumen los resultados obtenidos del experimento: El sólido-gel que se obtiene como producto final (Punto 3). Junto con los reactivos iniciales: el poliacrilato de sodio (Punto 1) y el agua (Punto 2).

Una vez finalizado el experimento, se les plantea a los alumnos las siguientes cuestiones:

- ¿Qué cantidad de agua se puede absorber con una pequeña cantidad de poliacrilato de sodio?
 - a) Un tercio del vaso.
 - b) La mitad del vaso.
 - c) El vaso entero.
- ¿Por qué se absorbe el agua? ¿Qué ha ocurrido? Coméntalo con ayuda de algún dibujo explicativo.
- ¿Este polímero es exclusivo de los pañales? Busca información en Internet sobre posibles usos alternativos.

El poliacrilato de sodio, además de la fabricación de pañales, tiene otras muchas aplicaciones. Por ejemplo, en agricultura, en el caso de terrenos que poseen muy poca humedad. El material se esparce por el suelo y después se riega, asegurándose de que

el suelo absorba toda la cantidad de agua posible para que las raíces puedan disponer de la mayor cantidad de agua, como se observa en la Figura 21:



Figura 21. Aplicación del poliacrilato de sodio en terrenos agrícolas. Figura tomada de Luis Ortega. TestLab

Como curiosidad, el poliacrilato de sodio se ha utilizado en el cine para simular la nieve en numerosas películas. El sólido o gel cristalino resultante, se puede deformar con gran facilidad y dividir en pequeñas y numerosas partes, sirviendo este sencillo método para crear nieve artificial.



Figura 22. Aplicación del poliacrilato de sodio como nieve artificial.

Las competencias que se han trabajado en este experimento son las siguientes:

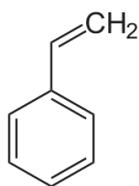
- Competencia Digital – A través de la búsqueda y síntesis de información en Internet para responder ciertas actividades del cuestionario.
- Competencia Lingüística – Mediante el uso y tratamiento de un lenguaje científico.
- Competencia Aprender a Aprender – Realizando este experimento se recuerdan los conceptos de cationes y aniones, se conocen nuevas sustancias como el poliacrilato de sodio, y el proceso que tiene lugar en materiales que se consideran absorbentes, como los pañales o las toallitas.

6.5 DISOLVIENDO EL POLIEXPAN

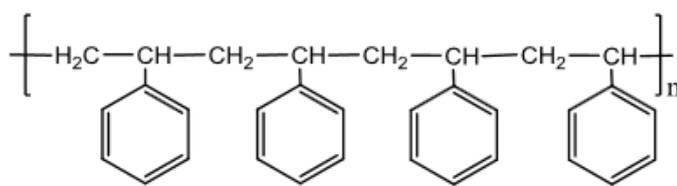
El poliestireno expandido, también conocido como corcho blanco o poliexpan, es un polímero plástico espumado compuesto por un 98% de aire, muy ligero y a la vez resistente, que además ofrece excelentes propiedades como aislante térmico y acústico. Esta espuma de poliestireno es muy utilizada en sectores como el de la construcción, de embalajes o de transporte. La mayoría de las bandejas en las secciones de congelados, carnes, pescados, frutas o verduras del supermercado están fabricadas con poliexpan. En el sector de la construcción se utiliza como aislante térmico y acústico.

El monómero del que parte es el estireno, que a través de la unión de varias unidades, forma el polímero final de poliestireno. (10)

MONÓMERO (Estireno)



POLÍMERO (Poliestireno)



El poliexpan genera problemas medioambientales debido a que no es biodegradable, es decir, no desaparece en el medio ambiente. De hecho, su uso en envases se ha prohibido en un gran número de ciudades estadounidenses, como Nueva York o Washington DC, y cada vez son más las ciudades donde es objeto de debate.

En esta actividad se muestra cómo hacer “desaparecer” el poliexpan disolviéndolo en acetona. La actividad es muy sencilla por lo que se puede plantear como experimento fuera del aula, indicando a los alumnos las medidas de seguridad (guantes de látex, gafas, hacer la experiencia cerca de una ventana, etc.) que deben tomar al emplear acetona. Como ocurre con la actividad anterior, muestra las diferentes aplicaciones que poseen los polímeros.

Materiales:

- Varias barras de poliexpan.
- 2 vasos de plástico.
- Agua y acetona.
- Una pequeña espátula.
- Bata blanca de laboratorio. Gafas de seguridad. Guantes.

Procedimiento:

Inicialmente se vierte en uno de los vasos agua del grifo, y en el otro acetona, como se observa en la siguiente Figura:



Figura 23. Dos vasos de plástico. Uno de ellos contiene agua y el otro, acetona.

Se coge uno de los fragmentos de poliexpan y se introduce poco a poco dentro de cada uno de los vasos, comenzando primero por el del agua. Como se observa en la Figura 24, al introducir el poliexpan en el agua no le ocurre absolutamente nada, simplemente se moja; el agua no es capaz de destruir ni realizar ninguna acción de interés sobre el poliexpan.



Figura 24. Se introduce el poliexpan en agua.

En cambio, cuando se introduce el poliexpan en acetona, el resultado es realmente asombroso y diferente. Como se observa en la Figura 25, a diferencia de lo ocurrido en agua, aparecen burbujas y “desaparece” el poliexpan. No se destruye, se obtiene finalmente una pequeña “baba” o residuo de color blanco.



Figura 25. Introducción del poliexpan en acetona. “Desaparece”.

Da igual la cantidad de poliexpan que se introduzca, ya que todo ello “desaparece” con una pequeña cantidad de acetona. Como se observa en la Figura 26, se obtiene finalmente una pequeña “baba” o residuo de color blanco.

La experiencia se repite utilizando la misma cantidad de poliexpan y diferentes cantidades de acetona para determinar la cantidad mínima de acetona necesaria para disolver el poliexpan.



Figura 26. Obtención del poliestireno. Pequeño sólido blanco o “baba”.

Explicación:

Para explicar lo que sucede en este experimento hay que considerar la capacidad que tiene una sustancia de disolver a otra, o para disolverse en otro material. Todo esto depende de la estructura Química de la sustancia:

- Las sustancias no polares, o poco polares se disuelven en disolventes no polares o poco polares.
- En cambio, las sustancias muy polares se disuelven en disolventes muy polares.

El poliestireno, al ser no polar, solo se disolverá en disolventes no polares. Si bien las moléculas de agua y acetona son polares, la acetona es un disolvente muy poco polar; solo presenta interacciones dipolo-dipolo y fuerzas de London, sin embargo, el agua es un disolvente muy polar, ya que además de interacciones dipolo-dipolo y fuerzas de London, presenta puentes de hidrógeno.

Por lo tanto, la acetona puede disolver sustancias no polares como el poliexpan. Cuando se disuelve el poliexpan en la acetona se produce un burbujeo. Este burbujeo puede hacer pensar que está sucediendo una reacción química, pero no es así, simplemente se está liberando el gas contenido dentro de la espuma; se trata en realidad de una disolución. El pequeño residuo blanco que se obtiene al final es el propio poliestireno que se encontraba en el poliexpan. (10).

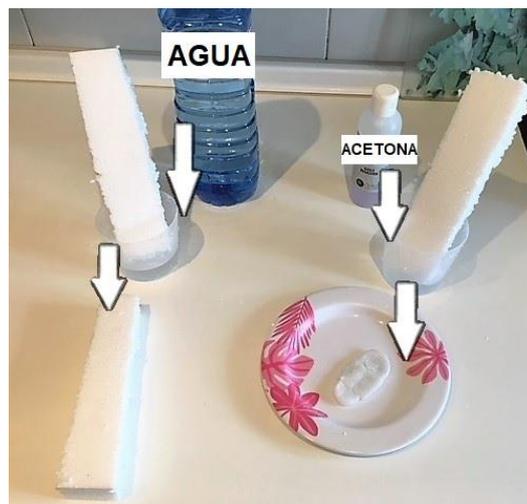


Figura 27. Resumen sobre los diferentes pasos en el experimento: "Disolviendo el poliexpan".

Otro de los conceptos que deben entender los alumnos sobre el poliexpan es su capacidad de aislante térmico. Esta capacidad se debe a la propia estructura del material, que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno (aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y sólo un 2% poliestireno sin expandir). Como es bien sabido, el aire es un excelente aislante térmico; por tanto, al poseer un 98% de aire es muy utilizado como aislante térmico, principalmente en la construcción.

Se proporcionará un cuestionario a los alumnos con las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál es la cantidad mínima de acetona necesaria para disolver una cantidad determinada de poliexpan?
- b) ¿Desaparece realmente el poliexpan cuando se disuelve en acetona? El proceso ¿es físico o químico?
- c) ¿Crees que se podría utilizar la acetona para eliminar el poliexpan del medio ambiente?
- d) ¿Por qué es aislante térmico el poliexpan?
- e) Busca información en Internet sobre los problemas del uso del poliexpan.
- f) Pon ejemplos cotidianos donde se utilice este polímero y el porqué de su utilización en dicha actividad.

Las competencias que se han trabajado en este experimento son las siguientes:

- Competencia Digital – A través de la búsqueda y síntesis de información en Internet para responder ciertas actividades del cuestionario.
- Competencia Lingüística – Mediante el uso y tratamiento de un lenguaje científico.
- Competencia Aprender a Aprender – Realizando este experimento se asimilan los concepto de polaridad, solubilidad y aislante térmico; junto con los problemas que genera el uso del poliexpan en el medio ambiente.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCBCT) – Se profundiza en el conocimiento de materiales de la vida cotidiana, sus aplicaciones, e impacto en el medio ambiente.

6.6 REPERCUSIONES DE LOS POLÍMEROS EN LA SOCIEDAD

Un aspecto importante en la formación del alumno de Bachillerato de ciencias es la comprensión del impacto que los descubrimientos científicos tienen en la sociedad. De hecho, el desarrollo de esta competencia está contemplado en uno de los objetivos fijados en la LOMCE: *“Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente”*. Sin embargo, las limitaciones del tiempo dedicado a impartir la materia, hacen que las relaciones entre polímeros, tecnología y sociedad no se traten o, en el mejor de los casos, muy superficialmente.

Como alternativa, se propone que sean los propios alumnos quienes investiguen las aplicaciones de los polímeros industriales, su reciclaje y los problemas medioambientales que puedan ocasionar utilizando Internet como fuente de información. Esta última actividad se realizará en pequeños grupos, formados por tres o cuatro alumnos, para desarrollar actitudes del trabajo en equipo tales como comunicación, respeto a las ideas de los compañeros, puesta en común de conocimientos, y motivación. Como resultado, elaborarán y presentarán un trabajo en el aula.

El desarrollo de la actividad requiere una selección de los temas en que se centrarán los trabajos. Pueden surgir bien del profesor o de los intereses de los propios alumnos. Se pretende que el tema del trabajo resulte atractivo al estudiante y consiga, por tanto, despertar su interés. Se pueden proponer los siguientes temas:

- Baquelita.
- Polietileno.
- Policloruro de vinilo (PVC).
- Caucho natural y artificial.
- Siliconas.
- Polímeros naturales.

El profesor dará algunas orientaciones a los alumnos sobre los contenidos de los trabajos y les guiará en la búsqueda de información. Entre los contenidos se incluyen la

estructura y propiedades físico-químicas de los polímeros, los principales usos y beneficios, las mejoras en las tecnologías a lo largo del tiempo y los pros y los contras de su utilización. Así como una breve conclusión final.

Los alumnos presentarán el trabajo tanto por escrito como de forma oral. El informe escrito poseerá una extensión máxima de 7 páginas por una cara. La presentación oral al profesor y a los compañeros se realizará en PowerPoint, con una duración máxima de 10 minutos y unas 10 diapositivas por grupo.

El profesor, a modo de ejemplo, muestra un prototipo del trabajo que se pide, desarrollando el tema de la baquelita.

LA BAQUELITA. LA MADRE DE LOS PLÁSTICOS

INTRODUCCIÓN:

La baquelita ha sido la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la economía moderna y la vida tecnológica iniciando la "Era del Plástico". Fue el primer polímero plástico totalmente sintético obtenido en el año 1909 por el químico belga Leo Hendrik Baekeland, de ahí el nombre de baquelita.

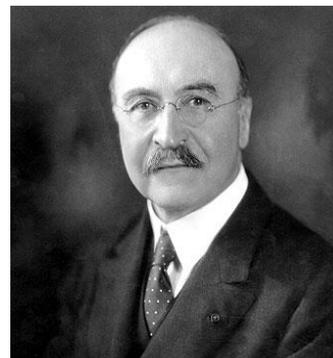


Figura 28. Leo Hendrik Baekeland

Baekeland reivindicaba, sin exagerar, que su producto era el material de mil usos. Resinas fenólicas, polvos para moldear, laminados, barnices, lacas y adhesivos fueron productos resultantes de su descubrimiento. No solo tuvo éxito por ser el primer polímero totalmente sintético, sino que su éxito fue debido a sus peculiares propiedades: se le podía dar la forma deseada antes de que se enfriara, algo totalmente revolucionario para la época y ofrecía un sinfín de posibilidades para actuar, así como su no conducción de la electricidad y su resistencia al agua y a los disolventes, como los ácidos. (11)

Cuando murió en 1944, de una hemorragia cerebral en un hospital de Nueva York, sus productos se encontraban en uso en casi todas las industrias y su trayectoria personal había sido reconocida por numerosos científicos y organismos académicos de todo el mundo. Para muchas personas, él es el padre de la industria de plásticos.

OBTENCIÓN:

La síntesis de la baquelita se realiza a partir de moléculas de fenol y formaldehído (Proceso de Baekeland), en proporción 2 a 3: el formaldehído sirve de puente entre moléculas de fenol, perdiendo su oxígeno por sufrir dos condensaciones sucesivas, mientras que las moléculas de fenol pierden dos o tres de sus átomos de hidrógeno, en orto y para, de forma que cada formaldehído conecta con dos fenoles, y cada fenol con dos o tres formaldehídos, dando lugar a entrecruzamientos como se observa en la Figura 29. Según Jesús Morcillo (12):

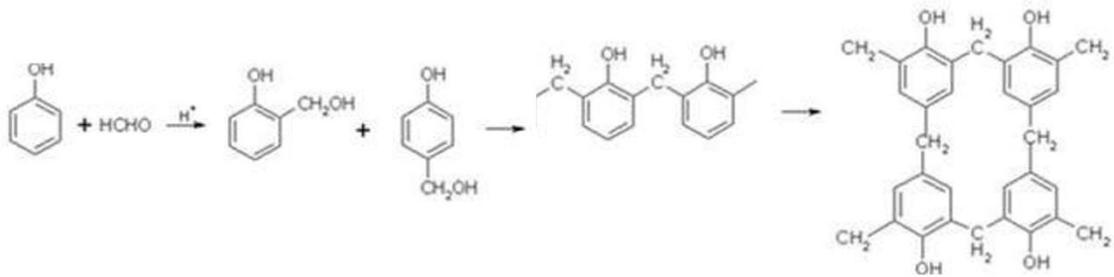


Figura 29. Síntesis de la baquelita.

En exceso de fenol, la misma reacción de condensación da lugar a polímeros lineales en los que cada fenol sólo conecta con dos formaldehídos:

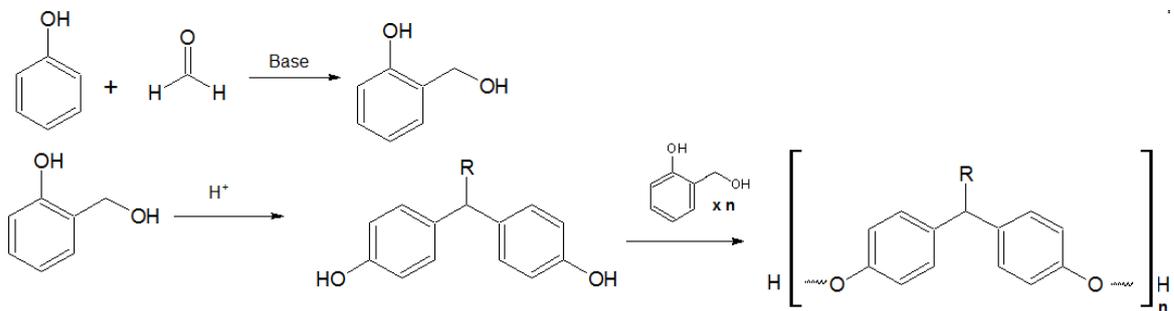


Figura 30. Obtención de polímeros lineales en exceso de fenol.

La baquelita, como plástico termoestable, pasa por dos etapas diferentes:

- En la primera se produce una polimerización parcial, donde el polímero forma cadenas lineales.
- En la segunda, el copolímero es sometido a presión y calor, formando una red tridimensional con enlaces covalentes.

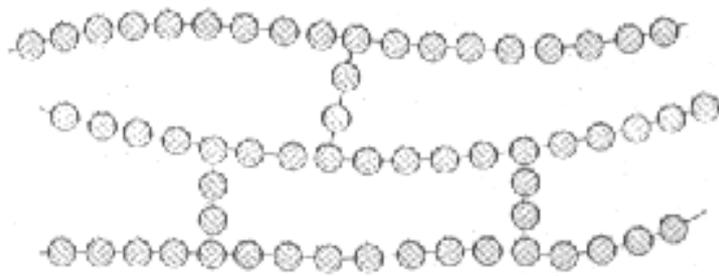


Figura 31. Copolímero en forma de red tridimensional.

PROPIEDADES:

- **Fácil de moldear** mientras se está formando y **duro** una vez que ya ha solidificado.
- **Mal conductor de la electricidad.** Es **estable a altas temperaturas** debido a su estructura, con numerosos entrecruzamientos. El alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable: una vez que se enfría no puede volver a ablandarse. Esto lo diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.
- **Alta resistencia mecánica y física** (esfuerzos o cargas, temperatura, etc.). Por el contrario, dicha estructura altamente reticulada aporta una **baja elasticidad**, proporcionando a dichos materiales su característica fragilidad. Debido a su gran resistencia al esfuerzo mecánico y al calor ayuda a las aplicaciones tanto a la industria eléctrica como a la industria Química.
- **Resistente al agua y a los ácidos.**
- El **brillo** de la baquelita y el buen envejecimiento dan un aspecto inigualable a estas piezas que cada día se revalorizan por su escasez y singularidad.
- Su **olor** característico, debido al formaldehído, apreciable cuando la baquelita toma una cierta temperatura. Morcillo, Jesús (12).

USOS:

Las baquelitas encuentran su principal aplicación en los sectores que requieren un buen comportamiento frente al fuego y altas temperaturas, interiores de medios de transporte, aviones o trenes. Utilizadas también como recubrimiento para adhesivos, como solvente, carga, en la producción de pigmentos, plastificantes, endurecedores, resinas de intercambio iónico, resinas de moldeo, resinas para recubrimientos y barnices, aditivos, aglomerados para madera, papel, carbón, polvo abrasivo, bloques, etc.

En aplicaciones donde se requiere una alta capacidad, así como un buen comportamiento, tanto para el fuego como para las altas temperaturas, se encuentra

la baquelita. Destacan los interiores de trenes o aviones, encontrándose también como adhesivos o plastificantes.

La aceptación del mecanizado invitó a los diseñadores a utilizar la baquelita en el diseño de joyas, uno de los primeros usos que se le dio a la baquelita. Seguidamente fue utilizada para productos caseros como adornos, objetos de escritorio, aparatos eléctricos en general, radios, mesas, etc. De un exquisito diseño y presencia.

Con este material se fabricaron las carcasas de los teléfonos de la época del siglo XX así como las radios. Era el comienzo de algo nuevo, se podían obtener numerosos plásticos capaces de sustituir a los polímeros naturales de la época, los cuales no poseían grandes cualidades para su uso. Fue uno de los grandes avances de la industria y el inicio de la palabra “industrialización”.



Figura 32. Usos y productos fabricados a partir de la baquelita. Carcasa de teléfono y radio del siglo XX.

Consecuentemente con sus propiedades, la baquelita se convirtió en un material alternativo al vidrio, a los metales, y a las maderas, pasando a constituir el principal material en elementos decorativos y funcionales. Se introdujo con rapidez en su aplicación a utensilios tradicionales de la cocina y el menaje, pasando en muy poco tiempo a elementos habituales del hogar.

Por supuesto, pasado el tiempo se le dio un uso en el área militar, como los magazines (cargadores de las famosas AK-47) usadas en numerosas guerras.

Como curiosidad, debido a su dureza y durabilidad, se consideró como material para la fabricación de monedas de un centavo en los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial, debido a que el cobre se necesita para casquillos de bala.

Después de la Segunda Guerra Mundial, las fábricas fueron adaptadas para producir la baquelita utilizando un proceso de extrusión más eficiente que aumentó la producción y permitió a los usos de la baquelita extenderse a otros géneros: cajas de joyas, juegos de escritorio, relojes, piezas de juegos como ajedrez, fichas de póquer, bolas de billar, etc.

Hoy en día la baquelita ha caído prácticamente en desuso pero en su momento su amplio espectro la hizo aplicable en las nuevas tecnologías, como estructuras de carburadores.

Actualmente, se sigue utilizando en ciertos sectores y tiene aplicación por ejemplo, en la fabricación de asas de cacerolas junto con el atractivo estilo retro de los viejos productos de baquelita. Su producción masiva de la época, han hecho que, en los últimos años, los objetos de este material, se lleguen a considerar de colección.

Además, la baquelita se utiliza hoy en día para aislamiento de cables, pastillas de freno y componentes de automoción junto con aplicaciones eléctricas industriales. Y debido a su gran resistencia ha sido utilizada para el desarrollo de ciertos engranajes menores de diversas maquinarias, optimizando el coste de fabricación ya que posee un precio mucho menor que el acero u otros minerales. Se fabrican barras, arandelas, cuñas, bridas, cojinetes, o engranajes utilizados como juntas de aislamiento en las tuberías petroleras.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA BAQUELITA

Las principales ventajas que tiene este primer plástico sintético, y que lo hacen perfecto para la creación de enchufes, interruptores, pequeños engranajes, etc. son:

- Al ser un plástico termoestable, posee resistividad al calor.
- Insoluble a fuertes solventes.
- No conduce la electricidad.
- No es inflamable.
- Posee cierta dureza.
- Es barato, lo cual lo sigue haciendo rentable en ciertas petrolíferas para ciertas maquinarias.

En cambio, dicho material, al ser un plástico termoestable, posee ciertos inconvenientes para su uso:

- No se puede fundir para volver a moldear, una de las características de plástico termoestable.
- Es relativamente frágil.
- Posee poca elasticidad y flexibilidad.
- No es reciclable.

ANEXOS

En este último apartado se adjunta un pequeño vídeo a modo resumen sobre la historia de la baquelita, su fabricación e impacto provocado en la época, gracias a su descubridor, el belga nacionalizado estadounidense, Leo Hendrik Baekeland. (11)

- <https://www.youtube.com/watch?v=Mmvu04axlMA>

7. CONCLUSIONES.

En este Trabajo de Fin de Máster se muestra que los elementos de la vida cotidiana pueden constituir recursos didácticos muy útiles para un aprendizaje significativo de los polímeros en 2º curso de Bachillerato. A través de las actividades propuestas, los alumnos pueden conectar lo que están estudiando con su experiencia diaria. Así, por ejemplo, pueden observar que muchos de los materiales que utilizan habitualmente están constituidos por polímeros.

En oposición a ciertos docentes que argumentan la dificultad de poseer el material necesario para el desarrollo de prácticas en el laboratorio, el uso de materiales cotidianos permite realizar experimentos químicos sencillos. Como se muestra en este trabajo, experiencias muy simples permiten introducir conceptos de cierta complejidad o reforzar los ya conocidos por los alumnos.

Un aspecto relevante en la formación de los alumnos es la adquisición de estrategias para seguir aprendiendo a lo largo de su vida. En este contexto, se proponen actividades que implican el uso de los medios de comunicación, dando las orientaciones pertinentes para que tengan una actitud crítica ante la información que reciben y sean capaces de distinguir la fiabilidad de las fuentes de información.

En resumen, con las diferentes actividades propuestas se puede conseguir que los alumnos sean capaces de comprender el concepto de polímero, conocer los nombres y fórmulas químicas de algunos de ellos, sus propiedades y aplicaciones así como los problemas medioambientales que puedan ocasionar.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) J. SOLBES, R. MONTSERRAT y C. FURIÓ (2007). *“El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza”*. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. N.º 21, 91-117.
- (2) E. DE MANUEL (2004). *“Química Cotidiana y Currículo de Química”*. Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda Época Enero-Marzo. 25-32.
- (3) M. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ y A. JIMÉNEZ-GRANADOS (2014). *“La química cotidiana en documentos de uso escolar: análisis y clasificación”*. Educación Química., 25(1), 7-13.
- (4) E. RODRÍGUEZ (2013). *“El aprendizaje de la Química de la vida cotidiana en la educación básica”*. Revista de Postgrado FACE-UC. Vol. 7, Nº 12, 363-373.
- (5) FRANCISCO G. CALVO-FLORES Y JOAQUÍN ISAC (2013). *“Introducción a la Química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato”*. Anales de la Real Sociedad Española de Química, Nº.1, págs.38-44. Universidad de Granada.
- (6) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X1500052X>
- (7) *What’s Gluep? Characterizing a Cross-Linked Polymer* by the Journal’s Editorial Staff (1998) Journal of Chemical Education, 75(11), p 1432A.
- (8) [file:///H:/TFM/Demo-3-Silly-Putty%20\(1\).pdf](file:///H:/TFM/Demo-3-Silly-Putty%20(1).pdf)
- (9) *“Polimerización del acetato de polivinilo con bórax”* (Fuente: <http://www.individual.utoronto.ca/jenna/Highschool/experiments/SillySynthetiCS>).
- (10) <file:///H:/Polimeros-Contenido-para-docentes.pdf>
- (11) <https://historiasdeempaques.wordpress.com/2013/12/30/la-baquelita/>

- (12) JESÚS MORCILLO (1989). *“Temas básicos de Química (2ª edición)”*. Alhambra Universidad, pág. 628.
- M^a. RUT JIMÉNEZ LISO, M^a. ÁNGELES SÁNCHEZ GUADIX, ESTEBAN DE MANUEL TORRES (2003). *“Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o educar?”* Didáctica de la Química y la vida cotidiana. Editor Gabriel Pinto Cañón, Universidad Politécnica de Madrid.

El uso de elementos de la vida cotidiana como recurso didáctico para el aprendizaje de polímeros.