

Propuesta didáctica sobre el tema "polímeros"

Mariano Hernán Talou (UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNMdP); marianotalou@yahoo.com.ar

María Alejandra Tintori, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNMdP), Argentina; atintori@yahoo.com

María B. García, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNMdP), Argentina; bagarcia@mdp.edu.ar

10-08-04

1. Introducción

La propuesta didáctica presentada en éste artículo está diseñada con la finalidad de que los alumnos recojan, analicen y procesen saberes y actitudes propias de la actividad científica, y aprendan a utilizarlos en la toma de decisiones sobre problemas sociales actuales. Del mismo modo, permite relacionar los nuevos conocimientos que se proponen con los ya existentes en las estructuras cognitivas, realizando una asimilación eficaz de los nuevos contenidos a partir del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983).

La realización de experiencias y el planteamiento de preguntas abiertas y de situaciones simuladas favorecen la transición del pensamiento concreto al abstracto, lo cual es importante para el desarrollo del razonamiento intelectual formal de los estudiantes, al mismo tiempo que motivan a conocer y experimentar qué es realmente la ciencia, a comprender su potencial y sus limitaciones y a integrar diversas disciplinas de estudio.

La propuesta relaciona contenidos de Química con temas medioambientales, tecnológicos y sociales. Plantea, además, el aprendizaje de las ciencias a partir del estudio experimental y la discusión de temas de actualidad relacionados con los productos químicos.

Una parte importante del proyecto estudia cómo se manejan ciertos procesos de reciclaje, en los que aparecen muchos productos de desecho que contienen estos compuestos. La propuesta puede orientarse también como una herramienta capaz de promover una conciencia ecológica entre los estudiantes y como un instrumento para crear sentido de comunidad y pertenencia entre ellos.

La idea central de este proyecto es realizar un estudio sobre los polímeros, sustancias químicas que son utilizadas en la actualidad en múltiples aplicaciones y que están presentes en la naturaleza, en el hogar y en los procesos de reciclaje. El conocer sus técnicas de obtención, características y aplicaciones, permite realizar un uso adecuado de estos compuestos.

El análisis histórico, ético y tecnológico debe estar presente cuando se considera la producción del conocimiento científico. Las explicaciones propuestas acerca de los procesos naturales se han ido modificando en diferentes contextos históricos. La inclusión en el trabajo de aspectos históricos de la ciencia y sus relaciones con la tecnología aporta elementos que permiten apreciar la importancia de las condiciones socioculturales, tanto en lo que se refiere a la producción del conocimiento, como al impacto que este provoca en la sociedad.

Así, la tarea interdisciplinaria adquiere especial protagonismo y brinda la oportunidad de incursionar en el conocimiento integrado que sustente una intervención responsable con relación a problemáticas de gran relevancia personal, social y económica en el presente y, sin duda, en el futuro inmediato.

2. Contenidos

- Polímeros, monómeros y polimerización.
- Polímeros naturales y sintéticos.
- Estructura molecular de los polímeros.
- Factores que determinan las características de los polímeros: naturaleza química de los monómeros, fuerzas intermoleculares y condiciones de reacción.
- Reacciones de polimerización por adición y condensación.
- Relación, estructura, propiedades y aplicaciones de los polímeros.
- Propiedades físicas de los plásticos comunes.
- Peligros ambientales del uso masivo de plásticos.
- Polímeros termorrígidos y termoplásticos

Secuenciación, organización y alcance de los contenidos

| Tema | Actividad |
|---|---|
| Motivación e indagación de conceptos previos. Definición de polímero. Polímeros naturales y | Textos: "Grandes moléculas" y "El petróleo y los polímeros sintéticos". |

| | |
|--|---|
| sintéticos. | Guía de problemas e investigación: "Polímeros en la naturaleza". |
| Polímeros termorrígidos y termoplásticos. Degradación y tratamiento de residuos plásticos. | Texto: "Los residuos plásticos y su reciclado". |
| Polimerización por adición y condensación. | Guía de problemas e investigación: "Lentes blandas", "Vidrios de seguridad" y "El kodel". |
| Propiedades de los polímeros. Polímeros inorgánicos. | Trabajo práctico: "Las siliconas"(utilización de una V de Gowin |
| Relación entre estructura y propiedades de los polímeros. | Guía de problemas e investigación: "Polietileno" y "El caucho". |
| Propiedades y aplicación de los polímeros. | Trabajos prácticos: "Plásticos solubles en agua" y "El polímero sediento". |
| Síntesis de polímeros. Cambios en la estructura y en las propiedades. | Trabajo práctico: "Cadenas entrecruzadas". |
| Aplicación y avances en la industria de los polímeros. | Texto sobre plásticos conductores. Guía de problemas e investigación: "Poliuretanos" y "Fibras peligrosas". |
| Identificación de materiales plásticos a partir de sus propiedades. | Desarrollo de una pequeña investigación: "Reconocimiento de materiales plásticos". |
| Evaluación sumativa. | Evaluación. |

3. Actividades

A continuación se presentan algunas actividades a modo de ilustración del trabajo.

Actividad de motivación, reflexión e indagación de conceptos previos

1. Los alumnos se dividen en grupos de 4 ó 5 integrantes.
2. Cada grupo recibe del docente el texto "Grandes moléculas" y resuelve las distintas consignas planteadas.
3. Una vez finalizada la actividad, el docente propone un debate general donde cada grupo expone las conclusiones obtenidas.

Grandes moléculas

El inventor americano John Wesley Hyatt (1837-1920), en un intento por ganar la recompensa ofrecida a quien obtuviese un sustituto del marfil para las bolas de billar, empezó a trabajar con la piroxilina (celulosa parcialmente nitrada). La disolvió en una mezcla de etanol y éter etílico, y añadió alcanfor (compuesto que se obtiene de la madera del alcanforero) para hacerla más segura y maleable. Hacia 1869 había formado lo que llamó celuloide, y ganó el premio. El celuloide fue el primer plástico sintético (es decir, un material que puede moldearse).

Pero los químicos tampoco se conformaban con las moléculas gigantes que ya existían en la naturaleza. El químico belga-americano Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) estaba investigando en aquel momento un sucedáneo de la goma laca. Para este propósito buscaba una solución de una sustancia gomosa, semejante al alquitrán, que resultase de la adición de pequeñas unidades moleculares para formar una molécula gigante (macromolécula). La pequeña molécula es un monómero ("una parte"), y el producto final es un polímero ("muchas partes").

Baekeland empezó con fenol y formaldehído como monómeros y produjo un polímero para el que no pudo encontrar disolvente alguno. Se le ocurrió entonces que un polímero tan duro y resistente a los disolventes podía ser útil por esas mismas razones. Podía moldearse a medida que se formaba y solidificar en la forma de un no conductor de electricidad, duro, resistente al agua y a otros disolventes, pero fácilmente mecanizable. En 1909 anunció la existencia de lo que él llamó bakelita, el primero y todavía, en cierto modo, uno de los más útiles entre plásticos totalmente sintéticos.

1- Es difícil poder imaginar que exista alguna relación entre la clara del huevo y un envase de agua mineral, o entre una película fotográfica y el material genético de una célula. ¿Qué características en común crees que poseen las moléculas de estos materiales?

2- A partir de la lectura del texto, ¿cómo puede definirse un polímero?

3- Los términos plástico y polímero suelen confundirse porque, ciertamente, están relacionados. Los

plásticos son materiales que pueden ser deformados y moldeados, como la arcilla, el vidrio y la mayor parte de los polímeros. Nombra, si es posible, algunos polímeros que no sean plásticos.

Actividad de trabajo con textos

Se utilizan diferentes técnicas didácticas, como ConSat y CGMA, para lograr que los alumnos comprendan los contenidos de los distintos textos.

1. Redacta con tus propias palabras todo aquello que conoces sobre la degradación y el tratamiento de residuos plásticos.

2. Lee el siguiente texto:

Los residuos plásticos y su reciclado

Los plásticos, al contrario del papel, son no degradables o muy difícilmente degradables por acción del tiempo o de los microorganismos. Se calcula que una bolsa de plástico puede tardar unos 240 años en alterarse. En otras palabras, los residuos plásticos, por lo general no son biodegradables y por eso contribuyen a la contaminación del medio ambiente: se estima que alrededor del 60% de los restos que se encuentran en las costas son materiales plásticos.

En la actualidad, alrededor del 10% de los residuos plásticos son incinerados, y esto presenta el inconveniente de la posible emisión de gases tóxicos, especialmente si se trata de la incineración de PVC (policloruro de vinilo), que produce un derivado clorado y tóxico llamado dioxina. En las plantas modernas de incineración, el riesgo medioambiental está minimizado. Además, se debe tener en cuenta que el calor producido en la combustión de los residuos plásticos es elevado, por lo que su incineración en plantas de recuperación de energía sería una opción razonable.

El procedimiento menos riesgoso para el medio ambiente es el reciclado. Esta opción sólo se aplica al 1% de los residuos plásticos, frente al 20% del papel o el 30% del aluminio. Para la etapa inicial de la separación se aprovechan las distintas propiedades de los diferentes tipos de plásticos, como por ejemplo la densidad. Otra opción se basa en el hecho de la diferente solubilidad de los plásticos en solventes orgánicos a distintas temperaturas. Los plásticos termorrígidos, que no se reblandecen por el calor, se reducen a polvo y son utilizados como material de relleno en construcción. Los materiales termoplásticos pueden ser fundidos y vueltos a moldear para lograr otros objetos. Una vez separados los diferentes plásticos, se procede a reciclarlos en forma mecánica, donde se mantiene la estructura del polímero, o química, en la que se degrada la estructura del polímero en productos de baja masa molecular. Durante el reciclado, los plásticos pueden contaminarse con otros materiales y transformarse en productos de baja calidad, por lo que no es aconsejable que se utilicen para contener alimentos.

En la actualidad, no obstante, se fabrican algunos plásticos que incorporan sustancias como el almidón, que son biodegradables. Cuando ciertos microorganismos degradan el almidón, se forman estructuras porosas que aceleran los procesos de oxidación del polímero y disminuyen su resistencia mecánica, lo que facilita su pulverización. Además, existen plásticos fotodegradables en cuya fabricación se han incorporado compuestos fotosensibles, de modo que su exposición prolongada a la luz ultravioleta de la radiación solar provoca su degradación. Es de lamentar que estas alternativas sean costosas, lo que impide su utilización masiva.

3. Escribe sobre los nuevos conocimientos que has adquirido después de la lectura del texto.

Guía de problemas e investigación

1. Polímeros en la naturaleza

En la naturaleza se encuentra una considerable cantidad de materiales formados por polímeros, algunos de los cuales, como el látex, el algodón y la madera, son utilizados por el hombre para la fabricación de diversos objetos.

Las proteínas (como la albúmina de la clara de huevo), los polisacáridos (azúcares) y los ácidos nucleicos (como el ADN que guarda el material genético de una célula) son polímeros naturales que desempeñan funciones biológicas de extraordinaria importancia en los seres vivos y que reciben el nombre de biopolímeros.

a) ¿Cuál será la estructura del monómero que forma a las proteínas si esta unidad básica es

denominada "aminoácido"?

b) De acuerdo con los grupos funcionales presentes en los aminoácidos, ¿cómo crees que se realiza el encadenamiento de estas unidades? ¿A qué tipo de reacción química corresponde este proceso?

2. El polietileno se puede obtener en dos variedades denominadas de alta densidad (PEAD) y de baja densidad (PEBD). Uno de ellos tiene una estructura lineal y el otro ramificada, con cadenas laterales de hasta cinco átomos de carbono unidas a la cadena hidrocarbonada principal. ¿Qué estructura da lugar al polímero de mayor densidad? ¿Qué polímero posee mayores zonas cristalinas?

3. Investiga cuáles son los polímeros que se utilizan en las siguientes aplicaciones y representa en cada caso su estructura molecular:

- Fibras textiles que reemplacen la seda.
- Fabricación de trajes de buceo.
- Material que recubre sartenes antiadherentes.
- Jeringas descartables.
- Envases para gaseosas.
- Protección y aislamiento en el embalaje de televisores.
- Trajes de baño femeninos.
- Películas para proteger alimentos.
- Sustituto del vidrio.

Pequeña investigación

La Fundación de la Industria Plástica para la preservación del Medio Ambiente (FIPMA) ha difundido entre los fabricantes de objetos plásticos el Código de Identificación adoptado por la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos con el objeto de reconocer los distintos materiales plásticos y favorecer su posterior clasificación, por ejemplo, en el proceso de reciclado.

El sistema identifica solamente seis materiales plásticos, que son los más difundidos y aquellos con los cuales se fabrican casi todos los productos conocidos.

Recolecta distintos objetos plásticos de uso cotidiano que presenten el código de identificación y diseña una experiencia que te permita comparar, mediante distintos ensayos, las propiedades de los diferentes polímeros. Con los resultados obtenidos justifica los diferentes usos y aplicaciones de estos polímeros, y completa la siguiente tabla:

| Polímeros |  PET Poliuretano |  PEAD Polietileno de alta densidad |  PVC Policloruro de vinilo |  PEBD Polietileno de baja densidad |  PP Polipropileno |  PS Poliestireno |
|-------------|---|---|---|---|---|---|
| Propiedades | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Evaluación

1. El poli-4-metil-1-penteno (PMP) es un polímero que se utiliza en la fabricación de distintos objetos de laboratorio debido a su baja reactividad química.

a) Representa la estructura del polímero.

b) ¿Se trata de un polímero de condensación o de adición?

c) Calcula la masa molar promedio de una muestra de PMP formada por cadenas de aproximadamente 180 unidades repetitivas.

2. La siguiente tabla contiene información acerca de algunas propiedades físicas del polietileno según

su grado de cristalinidad:

| Poliétileno | Baja densidad (55% de cristalinidad) | Alta densidad (85% de cristalinidad) |
|-------------------------------|---|---|
| Densidad (g/cm ³) | 0,93 | 0,96 |
| Rango de fusión (°C) | 100-110 | 133-135 |
| Rigidez relativa | 1 | 6,6 |

¿Cómo se relaciona el grado de cristalinidad con las demás propiedades de la tabla? Interpreta las distintas propiedades físicas a partir de la estructura y el ordenamiento de las cadenas en las dos variedades de polietileno.

3. El caucho natural está constituido por cadenas de poli-cis-isopreno, resultado de la polimerización del metil-1,3-butadieno. La principal propiedad de este polímero es su elasticidad (puede ser estirado hasta alcanzar más de diez veces su longitud y recuperar su tamaño original).

Durante el proceso de vulcanización, el caucho adquiere mayor rigidez sin alterarse su elasticidad longitudinal, obteniendo también una mayor resistencia térmica. Se consiguen así cauchos blandos que contienen de 1% a 3% de azufre y cauchos duros o ebonita, con 23% a 35% de azufre.

a) ¿Cuál es la estructura molecular y la unidad repetitiva del polímero que constituye el caucho natural?

b) ¿Qué características estructurales permiten justificar las distintas propiedades del caucho natural y del vulcanizado?

4. Conclusiones

La enseñanza de las ciencias, con el fin de resultar una actividad realmente efectiva que permita superar aquellas dificultades relacionadas con su aprendizaje, debe no sólo tener en cuenta la forma de trabajar las ideas e intereses propios de los alumnos en el aula, sino que también es necesario que establezca metas educativas a mediano y largo plazo, concibiendo de esta manera la educación científica como un proceso que posibilita a los alumnos modificar sus esquemas conceptuales, ayudándoles a construir estructuras interpretativas más complejas, y favoreciendo también al desarrollo y utilización de formas de pensamiento más próximas a las utilizadas en la actividad científica.

El grado de integración y secuenciación presentados en este trabajo, provee al docente de un marco didáctico que sirve de base para la realización de proyectos educativos relacionados con los materiales de uso cotidiano y su implicancia en el medio ambiente, dirigido principalmente a alumnos de nivel Polimodal, pero dotado a su vez de la suficiente flexibilidad para poder ser adaptado a las características propias de cada entorno, como también a los imprevistos que surjan durante su desarrollo.

Bibliografía

- ASIMOV, I. Breve historia de la química. España: Alianza Editorial, 1999.
AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., y HANESIAN, H. Educational Psychology. A Cognitive View. 2ªed. Nueva York: Holt, Rineham & Winston, 1976.
CASSASSA, E. Z., SARQUIS, A. M., y VAN DYKE, C. H., The Gelation of Polyvinil Alcohol with Borax. J. Chem. Educ., 1986, 63, 57.
COLLINS, E. A., BARES, J., Y BILLMEYER, F. W., Jr. Experiments in Polymer Science. New York: Wiley, 1973.
GARRITZ, A., Y CHAMIZO, J.A. Química. México: Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
HEMMERLIN, W. M., ABEL, K. B. Viscosity races (TM). J. Chem. Educ., 1991, 68, 417.
SEYMOUR, R. Introducción a la química de los polímeros. España: Editorial Reverté, 1998.
SUMMERLIN, L. R.; BORGFORD, C. L., y EALY, J. B. Chemical Demonstrations: A Sourcebook for Teachers. Vol. 2. Washington, DC: American Chemical Society, 1988.

Correo electrónico: marianotalou@yahoo.com.ar atintori@yahoo.com bagarcia@mdp.edu.ar