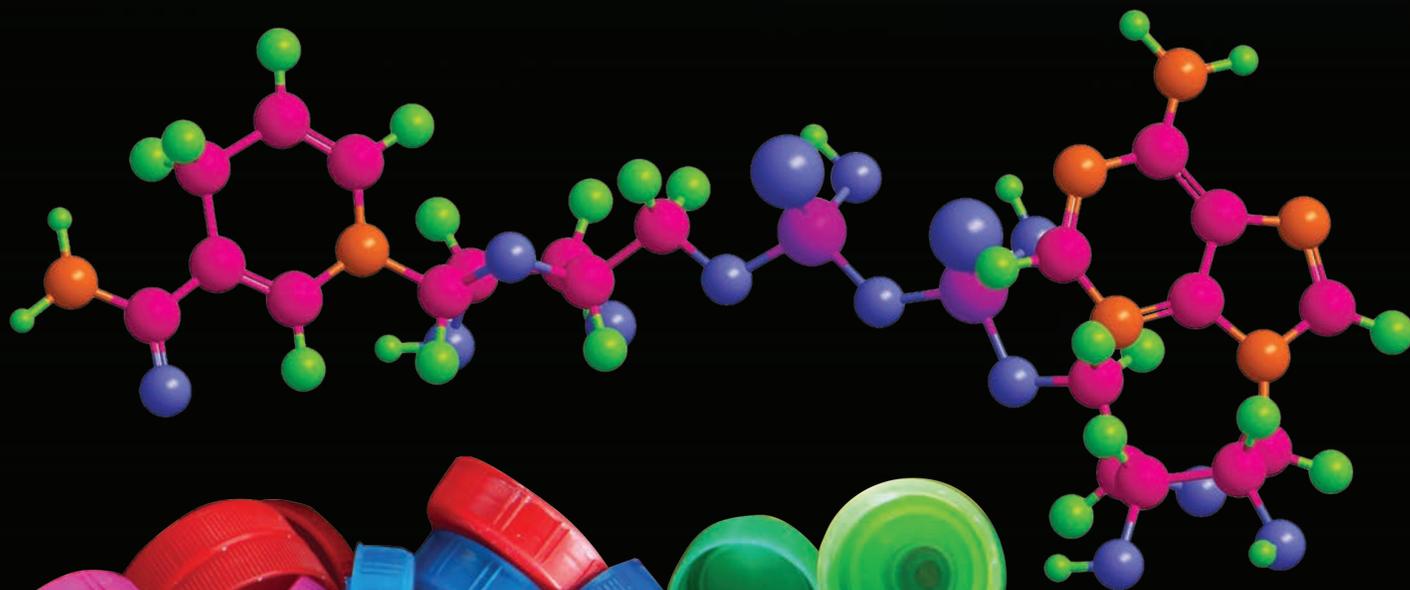




A *Ciencia cierta...*

POLÍMEROS





Y tú, ¿qué es lo que piensas?

La cantidad de artículos de plástico que usamos hoy en día es inmensa: teléfonos celulares y sus micas protectoras, pantallas planas, armas de fuego, pasto sintético, ropa impermeable, armaduras anti impacto, drones, impresoras 3D, joyería de fantasía, materiales para la construcción, aislantes térmicos y acústicos, paracaídas, dientes postizos, prótesis médicas, carrocerías de autos, impermeabilizantes, reductores de impacto y señalamientos en las carreteras, computadoras, pañales desechables, hilo dental, adhesivos, ropa, zapatos, alfombras, cortinas, muebles, tarjetas de crédito, tenis, reglas, balones, televisores, bolas de billar, etc. Todos ellos se fabrican con polímeros sintéticos; asimismo, otros artículos están constituidos por polímeros naturales.

► ¿Qué sabes sobre el tema?

Consigue una bolsa de plástico, una bolsa de papel, una liga de hule y un vaso de unicel:

¿Conoces el nombre del principal compuesto químico que los constituye?

- Bolsa de plástico: _____
- Vaso de unicel: _____
- Liga de hule: _____
- Bolsa de papel: _____

► Analiza y compara estos materiales

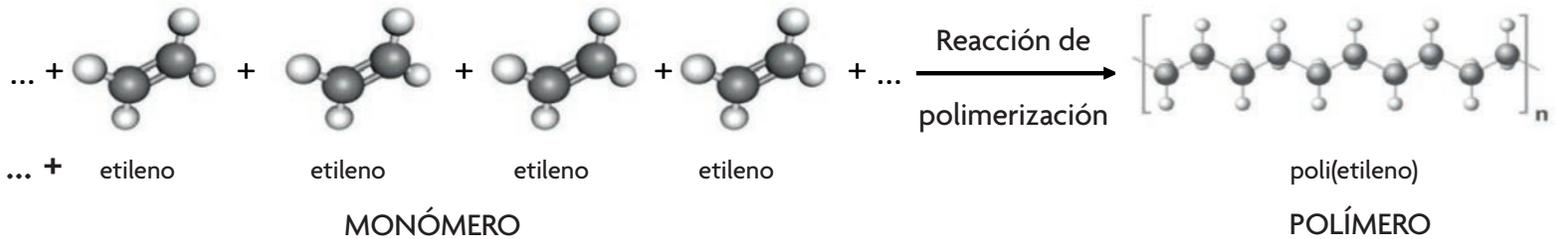
Marca con una las propiedades que presenten cada uno de ellos:

PRODUCTO	 BOLSA DE PLÁSTICO	 VASO DE UNICEL	 LIGAS DE HULE	 BOLSA DE PAPEL
¿Cuáles son elásticos?				
¿Cuáles son impermeables?				
¿Cuáles son resistentes?				
¿Cuáles están formados por polímeros?				
¿Cuáles crees que se emplean en mayor cantidad?				
¿Cuáles piensas que contaminan más el ambiente cuando se fabrican?				
¿Cuáles piensas que contaminan más el ambiente cuando se desechan?				
¿Cuáles crees que se pueden reciclar?				

Un poco de información

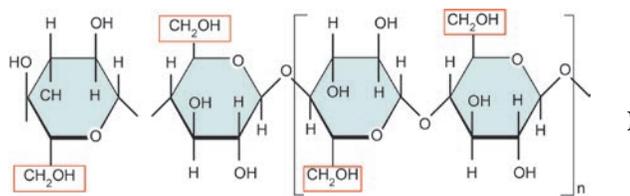


Una gran cantidad de materiales que se utilizan en las sociedades modernas, como las computadoras y las prótesis médicas, están hechos con polímeros. Los polímeros son materiales constituidos por moléculas gigantes que resultan de la unión química de miles de moléculas más pequeñas, a las que se les llama *monómeros*. Un ejemplo típico es el poli(etileno), el polímero con el cual se hace la mayoría de las bolsas de plástico; las moléculas de este material resultan de la combinación de miles de moléculas de eteno o etileno (C_2H_4), su monómero, las cuales se unen y forman cadenas muy largas:

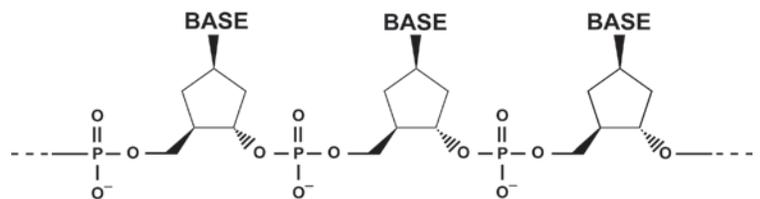


El paréntesis de la fórmula del poli(etileno) indica que ese fragmento de molécula se repite n veces (el valor de n fluctúa entre 10 mil y 100 mil). Las masas molares nos dan una idea de la longitud de las cadenas que se forman durante un proceso de polimerización; la del etileno, por ejemplo, es de 28.05 g/mol; mientras que la del poli(etileno) puede variar entre 200 mil y 500 mil g/mol en función del largo de la cadena polimérica. Muchas de las sustancias que forman a los organismos vivos son polímeros; la queratina, el principal constituyente del pelo, las uñas, las plumas, las pezuñas y los cuernos de los animales, es un ejemplo de un polímero natural. Las proteínas de nuestro cuerpo están formadas por macromoléculas construidas a partir de moléculas más pequeñas: los aminoácidos. La hemoglobina, algunas hormonas y el ADN también caen dentro de este grupo.

¿Y qué decir de la celulosa, con la cual se fabrica el papel y el algodón? y su derivado el acetato de celulosa, componente principal de las antiguas películas de cine, de algunos barnices, adhesivos, fibras textiles, armazones de anteojos, bolas de billar, etc.



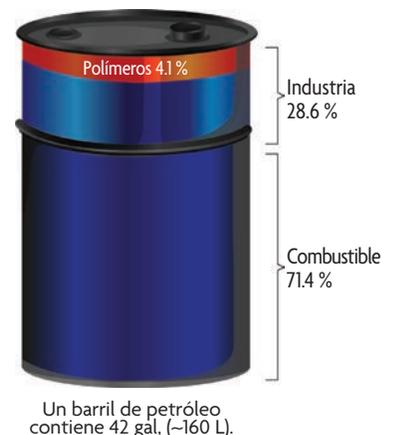
Celulosa



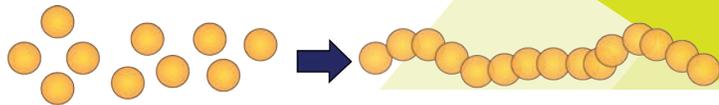
Estructura de una molécula de ADN

La mayoría de los polímeros sintéticos se producen utilizando diversos componentes del petróleo como materia prima. De todo el petróleo que se extrae en el mundo, el 71.4 % se quema como combustible y el 28.6 % restante se destina a la industria, y sólo el 4.1 % de este último se utiliza para la síntesis de polímeros. Algunos de los polímeros más empleados en la vida moderna son el poli(etileno), el poli(estireno), el poli(uretano), el poli(cloruro) de vinilo, más conocido como cloruro de poli(vinilo) (PVC) y el nylon.

Los polímeros tienen propiedades muy variadas que dependen, tanto de las características químicas de los monómeros que constituyen sus moléculas, como de la longitud de dichas moléculas y la manera en que éstas se acomodan en el material, pueden formar estructuras lineales, ramificadas o redes.

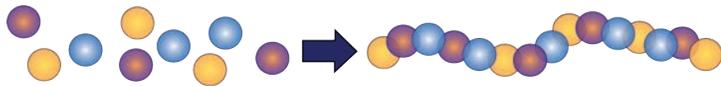


Tipos de estructuras poliméricas



Monómeros iguales

Homopolímero



Monómeros diferentes

Copolímero

Con clips de diferentes colores (según necesites) elabora una representación de cada una de las estructuras de las moléculas que constituyen a los diferentes polímeros mencionadas en el video. Una vez que las hayas construido tómalas una foto y coloca la imagen en el espacio correspondiente.

Las moléculas de algunos polímeros se sintetizan usando un solo tipo de monómero como unidad de repetición (homopolímeros); tal es el caso del poli(etileno), el neopreno o hule sintético y el teflón. Otros resultan de la combinación de dos o más tipos de monómeros (copolímeros), como el nylon 6,10 y el poli(etilentereftalato), el famoso PET, un poliéster utilizado hoy día para hacer las botellas de refresco, que está formado por el ácido tereftálico y el etilenglicol como monómeros.

Para saber un poco más acerca de las características y la clasificación de los polímeros, observa el siguiente

video:

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



HOMOPOLÍMERO
LINEAL

COPOLÍMERO
LINEAL

COPOLÍMERO
RAMIFICADO

POLÍMERO
RETICULADO

COPOLÍMERO
LINEAL EN BLOQUE

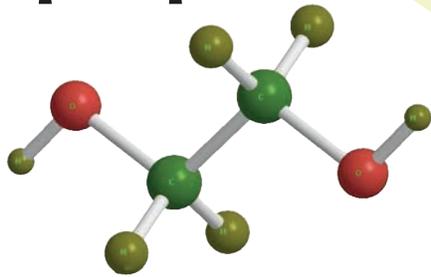
COPOLÍMERO
RAMIFICADO
DE INJERTO

COPOLÍMERO
ISOTÁCTICO

COPOLÍMERO
SINDIOTÁCTICO

COPOLÍMERO
ATÁCTICO

Para cambiar sus propiedades



El pegamento blanco, por ejemplo, se fabrica con un polímero conocido como poli(acetato) de vinilo, formado por largas cadenas que pueden deslizarse unas sobre otras, y por eso se puede untar sobre una superficie.

La enorme diversidad de los polímeros que utilizamos radica en la facilidad con la que se pueden modificar sus propiedades mecánicas con una muy baja inversión de energía. ¿Quién diría que el mismo compuesto con el que se hacen las bolsas del supermercado, se utiliza para fabricar sillas de plástico? La sustancia es la misma, poli(etileno); sin embargo, en un caso las moléculas que lo forman son más largas que en el otro. La longitud de las moléculas tiene un efecto muy importante sobre la flexibilidad y resistencia del material y esto se controla cambiando la presión o la temperatura durante el proceso de producción del polímero.

► ¿Podrías modificar sus propiedades?

Para comenzar investiga la estructura de este polímero

Para ello necesitas:

- 4 vasos de plástico
 - 2 cucharas de plástico
 - 1 cucharita de plástico
 - 4 palillos de madera o agitadores
 - 1 plumón marcador
 - 100 mL de disolución saturada de bórax al 4%
 - 100 mL de pegamento blanco
 - 100 mL de agua
 - Colorantes vegetales
- * Bórax es el nombre comercial del compuesto tetraborato de sodio. Investiga su fórmula.

- Prepara una disolución de bórax disolviendo 4 g de esta sustancia en 100 mL de agua tibia.
- Numera los vasos del uno al cuatro y, si quieres, añade una o dos gotas de colorante a cada uno para diferenciarlos.
- Mezcla en cada uno de los vasos diferentes cantidades de pegamento blanco y agua. Agita muy bien la mezcla y añade la disolución de bórax. A continuación, se presentan algunos ejemplos de las mezclas que puedes hacer, pero tú puedes probar otras.



- ▶ 1 cucharada (15 mL) de pegamento
- ▶ 2 cucharaditas de disolución de bórax (10 mL)



- ▶ 1 cucharada de pegamento
- ▶ 1 cucharada de agua
- ▶ 2 cucharaditas de disolución de bórax

• ¿Qué diferencias ves entre los productos formados en cada vaso?

• ¿Tienen características parecidas a las del pegamento?



- ▶ 1 cucharada de pegamento
- ▶ 2 cucharadas de agua
- ▶ 2 cucharaditas de disolución de bórax



- ▶ 1 cucharada de pegamento
- ▶ 1 cucharada de agua
- ▶ 3 cucharaditas de disolución de bórax

• ¿Cuál es el efecto de añadir más agua?

• ¿Cuál es el efecto de añadir más disolución de bórax?

- Una vez que el producto esté formado, sácalo del vaso y amásalo por algunos minutos. Realiza diversas pruebas para conocer las propiedades de cada una de las mezclas, por ejemplo:

- ▶▶ Forma pequeñas pelotas y déjalas caer sobre la mesa.

¿Rebotan?



- ▶▶ Dale forma cilíndrica y jala de ambos extremos.

¿Se estiran?

¿Se rompen?



Representa con clips de colores la mezcla de pegamento + agua

- ▶▶ Forma pequeñas pelotas y colócalas sobre una superficie plana.

¿Mantienen su forma?

¿Qué les pasa?



- ▶▶ Aplasta el material para formar una película delgada y sostenla con los dedos por un extremo.

¿Qué le ocurre?



Representa ahora al polímero resultante después de añadir bórax

► ¿Qué ocurre en la vulcanización?

Para comprender mejor qué es lo que sucede en el experimento anterior, el proceso de vulcanización de llantas, que se muestra en los siguientes videos, te será de utilidad:



<https://youtu.be/r6kNX7CSIV4>

<https://youtu.be/nIX6bWAtFrM>



De acuerdo con la clasificación de los polímeros que muestra el video sugerido (página 4), ¿cómo es la estructura del polímero resultante del caucho vulcanizado y la del pegamento con bórax? Discute con tus compañeros cómo influye el cambio de estructura en el cambio de propiedades, la representación que construiste con clips de colores te puede ayudar a visualizarlo.



Para separar y reciclar

El problema ambiental que generan se debe a que no se degradan fácilmente o porque durante su fabricación se emplean sustancias nocivas para el ambiente. Éste es el caso del uniceil, poli(estireno) expandido, una espuma sólida que se fabricaba burbujeando clorofluoroalcanos (CFC). Como seguramente sabes, los CFC son los gases que provocan el adelgazamiento de la capa de ozono, por ello, actualmente se utiliza pentano o dióxido de carbono en la fabricación del uniceil.

Afortunadamente, se tienen ya algunas soluciones prometedoras en el tratamiento de los desechos plásticos; se han desarrollado polímeros biodegradables y se usan bacterias capaces de degradar algunos polímeros. Por otro lado, para facilitar el reciclado de los materiales poliméricos se ha diseñado un código de identificación, el cual generalmente se encuentra grabado en los diferentes productos. Cada tipo de polímero tiene una composición química diferente y posee propiedades distintas.

La contaminación por polímeros sintéticos es uno de los mayores desafíos ambientales que hoy enfrentamos. La acelerada producción de plásticos desechables sobrepasa nuestra capacidad para gestionarlos, ya que pueden llegar a constituir más del 10 % de la basura de una casa.



¿Sabías que en México se encuentra la planta recicladora de PET más grande del mundo? En ella se recicla el 60.6 % de estos envases.





Antes de reciclar hay que identificar

Para empezar realiza una investigación y completa la tabla:

CÓDIGO	TIPO DE POLÍMERO	PROPIEDADES	USOS
	Poli(etilentereftalato)		
	Poli(etileno) de alta densidad		
	Poli(cloruro) de vinilo		
	Poli(etileno) de baja densidad		
	Poli(propileno)		
	Poli(estireno)		

A escala industrial, el código visual no es muy práctico para separar los materiales que se quieren reciclar. Para facilitar el trabajo se aprovecha la capacidad de flotar en diferentes líquidos de cada tipo de polímero, de acuerdo con esta propiedad se separan y se identifican.

► ¿Por qué no lo intentas?

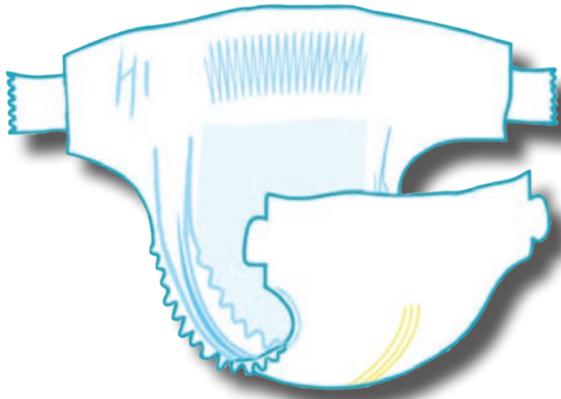
Necesitas

- Muestras de polímeros diversos (si no sabes de qué polímero se trata es mejor)
- Un palo de paleta
- 4 vasos de plástico
- Tijeras
- Agua
- Aceite de maíz
- Glicerina
- Alcohol isopropílico

1. Llena cada vaso hasta la mitad con uno de los siguientes líquidos: agua, aceite vegetal, glicerina y en el cuarto agrega una mezcla de 3 partes de alcohol isopropílico y 2 partes de agua. Identifícalos.
2. Corta las muestras de polímero en trozos pequeños.
3. Sumerge un trozo de polímero en cada uno de los líquidos con ayuda del palo de paleta. Sostenlo por un momento dentro del líquido hasta que observes que ya no se mueve. Registra si se hunde o flota.
4. Repite la prueba del paso 3 con cada uno de los distintos polímeros. No olvides registrar todos tus resultados.

¿El polímero flota en?						
Agua	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO
Aceite de maíz	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO
Glicerina	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
Mezcla de alcohol/agua	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	NO

5. Utiliza esta información para identificar los plásticos con los que trabajaste la actividad.
6. Mezcla los diversos trozos de plástico que te sobraron y, con base en la información que ya tienes, diseña tu propia estrategia experimental para separarlos.



► Una investigación más

Los pañales desechables son un producto de uso común que están hechos totalmente de polímeros. La mayoría de ellos son sintéticos, pero también se emplean algunos polímeros naturales.

1. Consigue un pañal desechable, córtalo en tiras largas y colócalas dentro de una bolsa de plástico. Sacúdela y observa las características del material que se acumula en el fondo: una mezcla formada por un polvo (celulosa) y cristales, el poli(acrilato) de sodio. Pasa este polímero a un vaso de plástico.
2. Diseña uno o varios experimentos para responder a preguntas como:



► ¡Pasa la voz!

A pesar de que hemos creado la tecnología necesaria para reciclar muchos de los materiales plásticos, todo parece indicar que esta acción no es suficiente para disminuir el impacto ambiental que causan. En la actualidad, se han identificado “islas de basura” o “continentes plásticos”. Se trata de zonas que presentan concentraciones excepcionalmente altas de plásticos suspendidos y atrapados entre las corrientes de los océanos. Estos desechos contaminan y destruyen lentamente los ecosistemas marinos.

• RECICLAR • REDUCIR • REUTILIZAR • • REMPLAZAR • RENOVAR •

¿Qué tal si te organizas con tus compañeros en equipos y juntos investigan la estrategia de “las 5 Rs”? Después diseñen carteles para compartir esta idea con los demás compañeros de tu escuela, así todos podrán participar en disminuir la contaminación causada por polímeros sintéticos que, si bien son materiales muy útiles, debemos reducir su uso para proteger el planeta.



AUTOR Y ASESOR GENERAL:
Vicente Talanquer

RESPONSABLE ACADÉMICA:
Glinda Irazoque

ACTUALIZACIÓN Y COORDINACIÓN 2022:
Alejandra López

Coordinación de Comunicación, FQ

DISEÑO EDITORIAL:
Sonia Barragán

CORRECCIÓN DE ESTILO:
Brenda Álvarez

Proyecto apoyado por DGAPA-UNAM, a través del programa PAPIIME PE213618. Publicación autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química.

ISBN de la colección: 978-607-30-5303-7 • ISBN del volumen: 978-607-30-5736-3



Para saber más

- Ruiz, B. (2010). *Papel o plástico*. Revista *¿Cómo Ves?* 138, pp. 10-13.
- Guerrero, V. (2008). *Esperanza ambiental: bacterias contra el poliuretano*. Revista *¿Cómo Ves?* 117, pp. 10.
- Phillips, J., Strozak, V., Wistrom, C. (2017). *Chemistry: Matter and change*, Editorial GLENCOE/Mc Graw Hill, USA.



libros
unam
OPEN ACCESS

www.librosoa.unam.mx



978-607-30-5736-3