



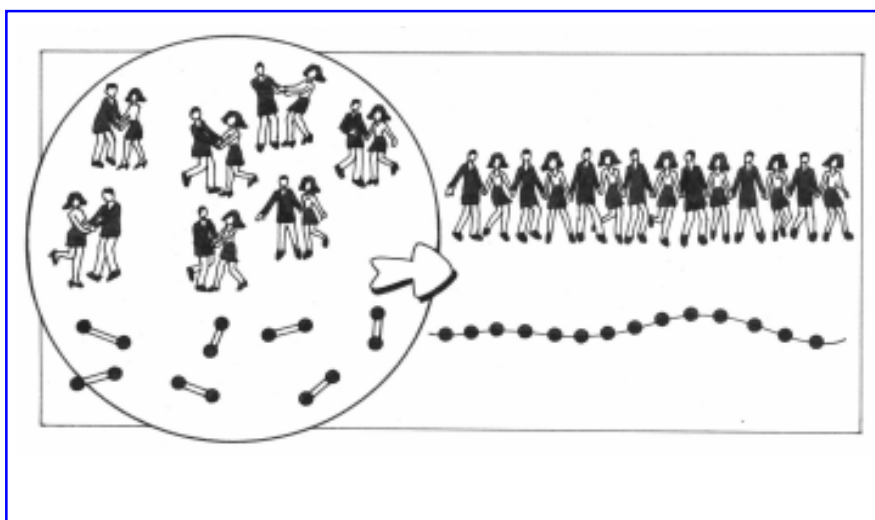
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

3.8

MACROMOLÉCULAS

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Facultad de Educación

Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
César Quiróz Peralta
Daniel Quineche Meza
César Serra Guerra

Corrección de Estilo:
Miguel Incio Barandiarán

Diagramación:
Miguel Incio Barandiarán

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar

Índice

I.	Construcción de macromoléculas	1
1.1	Las macromoléculas. Naturaleza y propiedades	1
1.2	La formación de macromoléculas	3
II.	Los polímeros naturales	8
2.1	Cauchos y elastómeros	8
III.	Los polímeros sintéticos	10
3.1	Los plásticos	10
3.2	Las fibras químicas	14
3.3	Las siliconas	17
IV.	Campos de aplicación y perspectivas de las macromoléculas	19
4.1	Algunas aplicaciones de los polímeros sintéticos	19
4.2	Perspectivas de los polímeros	24
	Autoevaluación	26
	Glosario	28
	Bibliografía	30

I. CONSTRUCCIÓN DE MACROMOLÉCULAS

Esta unidad tiene el propósito de ayudarnos a la descripción y explicación del concepto de macromolécula, sus propiedades y las estructuras que permiten identificarlas; así como su formulación y los métodos para su elaboración.

1.1 LAS MACROMOLÉCULAS: NATURALEZA Y PROPIEDADES

¿A qué cuerpos de la naturaleza se les denominan macromoléculas?

¿Qué clase de estructuras y propiedades permiten identificarlas?

¿Cómo se forman las macromoléculas y qué métodos se emplean para su elaboración?

Pasemos a la práctica

Para averiguarlo, te proponemos la siguiente actividad:

- Coloca en un tubo de ensayo unos 2 mL de solución de aldehído fórmico (formol al 40%) y agrega aproximadamente 1 g de urea.
- Agita la mezcla hasta obtener una solución saturada y agrega una o dos gotas de ácido sulfúrico concentrado.
- Te invitamos a describir los cambios observados:

Es probable que hayas observado como la mezcla se endurece súbitamente. ¿Por qué ocurre esto? Se afirma que ello ocurre al transformarse las moléculas en otras mayores (aumentan las dimensiones de las moléculas).

- Ahora, procede a retirar la mezcla y lavarla cuidadosamente con agua.

¿Qué has logrado? Has obtenido un **polímero de condensación** llamado **resina de úrea-formaldehído**. Es una resina sintética constituida por macromoléculas obtenidas por polimerización de compuestos orgánicos sencillos.

Al respecto:

¿Cuándo hablamos de macromoléculas y cuándo de moléculas pequeñas?

MOLÉCULAS PEQUEÑAS

Desde hace unos 150 años los químicos se han ocupado de estudiar el comportamiento de las **moléculas pequeñas**; empleando una gran variedad de métodos han descubierto muchas de sus propiedades y aplicaciones.

Recordemos:

Moléculas pequeñas son aquellas que contienen de 2 a 50 átomos. La molécula pequeña es la que compone la mayoría de las cosas de nuestro mundo: agua, minerales y aire. Se afirma que es la partícula más pequeña de millones de compuestos que constituyen prácticamente toda la materia que hay en la Tierra, y conserva las propiedades de la sustancia de la cual proviene. Existen muchos ejemplos bastante conocidos. En la molécula de agua, los dos átomos de hidrógeno se unen al átomo de oxígeno formando una molécula angular de fórmula H_2O . En el dióxido de carbono CO_2 los dos átomos de oxígeno y el átomo de carbono están alineados longitudinalmente $O=C=O$.

Un aspecto fascinante de las moléculas es que cada una de ellas tiene propiedades diferentes a las que caracterizan a los átomos que la componen. Por ejemplo, el agua está hecha de dos gases:

- El hidrógeno, que es inflamable.
- El oxígeno, que es comburente, indispensable para la combustión.

Sin embargo, el agua es un líquido que ni arde ni ayuda a la combustión.

Las moléculas pequeñas son gases, líquidos o sólidos cristalinos. Sin embargo, existe un gran número de sustancias que no pueden clasificarse convenientemente en ninguno de estos tres tipos; por ejemplo, las fibras, tales como la lana, el algodón y el caucho. Además, muchas resinas semejantes al vidrio difícilmente pueden llamarse sólidos, pues cuando se calientan se reblandecen y finalmente se transforman en líquidos espesos o viscosos, pero no en fluidos móviles.

Todas estas sustancias están formadas por colecciones de macromoléculas y las propiedades peculiares que manifiestan se deben, principalmente, a la estructura de las moléculas pequeñas que las constituyen.

MACROMOLÉCULAS

Existen en la naturaleza algunas moléculas muy grandes, llamadas **macromoléculas**, que contienen decenas de miles de átomos. Algunas de ellas —como el almidón, el glucógeno, la celulosa, las proteínas y el ADN— tienen pesos moleculares con valor de varios millones, y constituyen el cuerpo central de muchos de los procesos orgánicos vitales. Casi todos los alimentos que el hombre consume (harina, carne, vegetales) están constituidos por moléculas relativamente grandes.

Se habla así de **compuestos químicos macromoleculares**. Estas sustancias de peso molecular elevado se suelen denominar polímeros, pues están constituidas por muchas unidades de una única sustancia, el **monómero**. Por ejemplo, el polietileno es un polímero que se forma a partir de moléculas más pequeñas de etileno. Los plásticos, adhesivos y hules sintéticos son polímeros. La estructura de los polímeros consta de cadenas muy largas (o también mallas) en las que muchos átomos de carbono están alineados uno junto a otro; solamente alguna vez interrumpidos por la presencia de átomos de otros elementos, por ejemplo, nitrógeno, oxígeno y azufre. A esta categoría pertenecen:

POLÍMEROS NATURALES	POLÍMEROS SINTÉTICOS
Caucho Almidón Proteínas Ácidos nucleicos	Baquelita Nylon Rayón Cloruro de polivinilo

El hecho es que las macromoléculas no sólo se encuentran profusamente distribuidas en la naturaleza, sino que los químicos, por procedimientos artificiales o sintéticos, han podido aumentar enormemente la diversidad de estos materiales, para satisfacer necesidades específicas. Así, la elaboración de un polímero es de una singular arquitectura. Se unen moléculas de modo que las macromoléculas pueden contener muchos millares de moléculas. En los últimos 60 años se han obtenido los conocimientos necesarios para fabricar y manipular estos compuestos químicos macromoleculares, lo que ha posibilitado los enormes avances en esta rama de la química: la **Química molecular** (llamada propiamente **Química Macromolecular**), que tiene por objeto la síntesis de esos edificios moleculares o moléculas gigantes.

Ahora bien, las singulares **propiedades de los polímeros** los convierten en materiales de aplicación muy diversa y de gran utilidad. Así, su inercia química los hace inatacables por la mayoría de los ácidos y las bases y por los agentes atmosféricos. Pueden resistir mucho el desgaste y la rotura. Se colorean con facilidad con los tintes. Su fácil obtención, en el caso de los polímeros sintéticos, ha hecho de estos materiales sustitutos de la madera, el vidrio, la porcelana, la seda, el algodón, el cuero, entre muchos otros. Los plásticos, por ejemplo, sometidos a la acción del calor o de la presión se fluidifican o ablandan suficientemente como para ser moldeados. Son maleables, por lo cual pueden ser convertidos en láminas delgadas (laminación); o dúctiles en ciertas condiciones, lo que permite convertirlos en hilos delgados (trefilado). No conducen o conducen muy poco, el calor y la corriente eléctrica.

Ahora, pasemos a responder:

¿Qué características se requieren para que una sustancia sea considerada macromolécula?

¿En qué se diferencian las moléculas pequeñas de las macromoléculas?

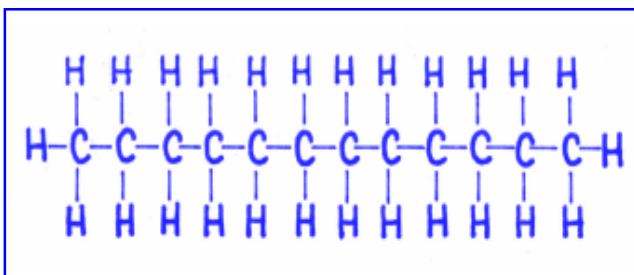
¿Qué propiedades confieren a las macromoléculas aplicaciones muy diversas y gran utilidad?

¿Cuál es la estructura que identifica a los polímeros?

1.2 LA FORMACIÓN DE MACROMOLÉCULAS

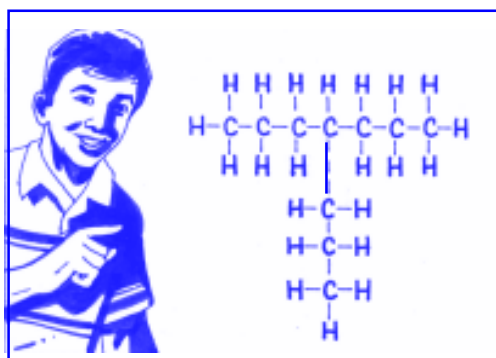
En casi todas las macromoléculas el carbono es uno de los elementos estructurales esenciales. Es posible construir tales estructuras complejas, debido principalmente a las propiedades de tetravalencia y de autosaturación que caracteriza al átomo de carbono.

El carbono puede combinarse con diversos elementos; especialmente se combina con el hidrógeno siendo el metano CH_4 el compuesto más sencillo. Se puede obtener una molécula un poco más complicada si se unen entre sí dos o más átomos de carbono. Este proceso puede continuarse añadiendo uno y otro átomo de carbono para formar un largo esqueleto de átomos de carbono, a cada uno de los cuales se encuentran unidos dos átomos de hidrógeno, excepto en los extremos de la molécula en los que existen tres. Veamos un ejemplo, el hidrocarburo dodecano:



Además del enlace de átomos de carbono para formar una cadena lineal, es posible otro tipo de estructura. Si se suelta un átomo de hidrógeno de uno de los grupos CH₂ del interior de la cadena y en este punto se une un átomo de carbono, se obtiene una estructura ramificada. Observa el siguiente ejemplo:

El producto resultante es similar en composición química a la molécula lineal, pero se funde a una temperatura ligeramente inferior y es un poco más blando al tacto.



Existe, finalmente, un tercer tipo de estructura en la que se sueltan dos átomos de hidrógeno de grupos vecinos de moléculas de dos moléculas de cadena larga adyacentes, con lo cual es posible unir directamente entre sí estos átomos de carbono. Si el proceso se repite varias veces se forman anillos de átomos y la molécula puede alcanzar una gran magnitud. De modo, que podemos considerar tres tipos de macromoléculas: las lineales, las ramificadas y las formadas por enlaces cruzados.

¿Cómo es posible modificar la estructura química para obtener sustancias completamente diferentes?

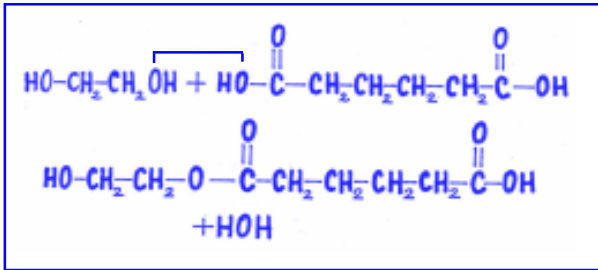
Quizás hayas indicado que la primera modificación consiste en sustituir alguno de los hidrógenos de la cadena por otro tipo de átomos, quedando intacta la estructura del esqueleto. En efecto, los hidrógenos pueden sustituirse, por ejemplo, por grupos CH₃—, por átomos de cloro o por grupos OH, pudiéndose obtener productos que tratados adecuadamente dan, respectivamente, el caucho artificial, una resina sintética rígida, y un alcohol polivinílico que puede estirarse en forma de fibra.

Los elementos necesarios para fabricar macromoléculas son relativamente pocos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, cloro, flúor y silicio. De los 109 elementos químicos conocidos, estos ocho son suficientes para formar las más complejas estructuras que transformadas en materiales más diversos cumplen una gran cantidad de servicios.

Algunos métodos para la elaboración de macromoléculas:

- El proceso descrito anteriormente de la simple sustitución de un átomo por otro, en general, no puede efectuarse químicamente de un modo satisfactorio. No es práctico, tampoco, la obtención de moléculas unidad por unidad en una sucesión de procesos químicos. Por tanto, es necesario buscar reacciones químicas que permitan realizar todas esas fases en un único recipiente de reacción y durante un período de tiempo relativamente breve.

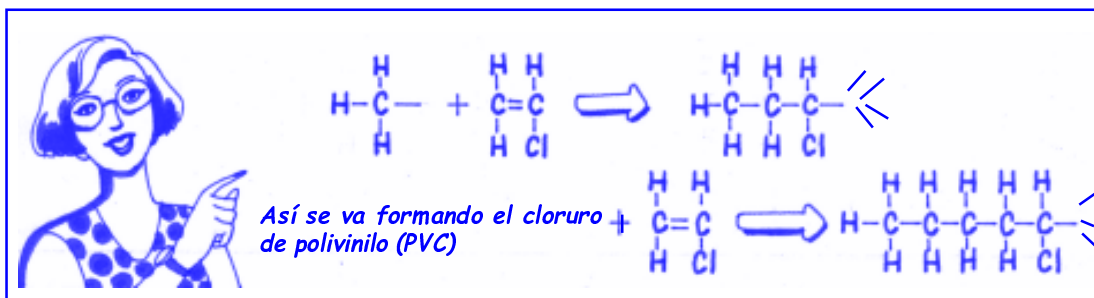
Así, es posible obtener algunas fibras a partir de las reacciones entre alcoholes y ácidos. Se tiene así, por ejemplo, al alcohol etanodiol (o etilenglicol), sustancia conocida por su empleo como anticongelante en los radiadores de los automóviles; y al ácido hexanodioico, obtenido a partir de un proceso de oxidación del benceno de la brea de hulla. Estas sustancias se emplean en la fabricación del nylon, del modo siguiente:



Para obtener moléculas del tamaño requerido para conseguir sustancias con las propiedades de las fibras, es necesario reunir por lo menos 100 unidades del alcohol y del ácido en la estructura de una molécula grande.

- Otro ejemplo de elaboración de polímeros lo tenemos en el etileno, en el que dos átomos de carbono están unidos entre sí por un

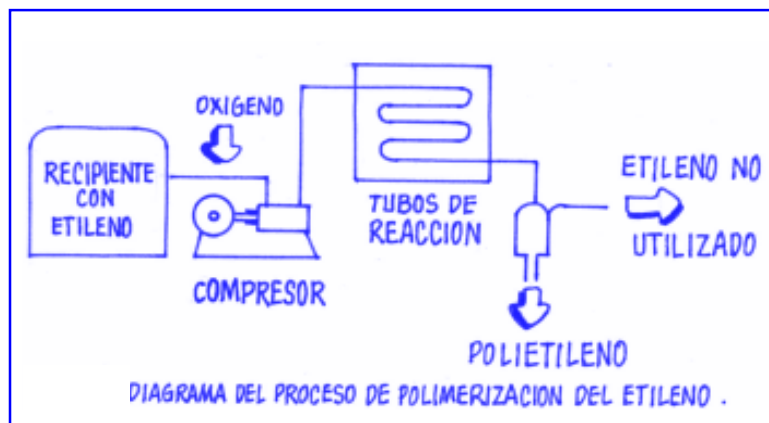
enlace doble. Si sustituimos uno o más átomos de hidrógeno por átomos de cloro, como se muestra en la siguiente figura, se obtiene el cloruro de vinilo, que es un gas a la temperatura ambiente. Es la sustancia que se emplea para elaborar las macromoléculas que constituyen el insumo que se usa para fabricar impermeables de plástico, cortinas de plástico y otros artículos de uso ordinario.



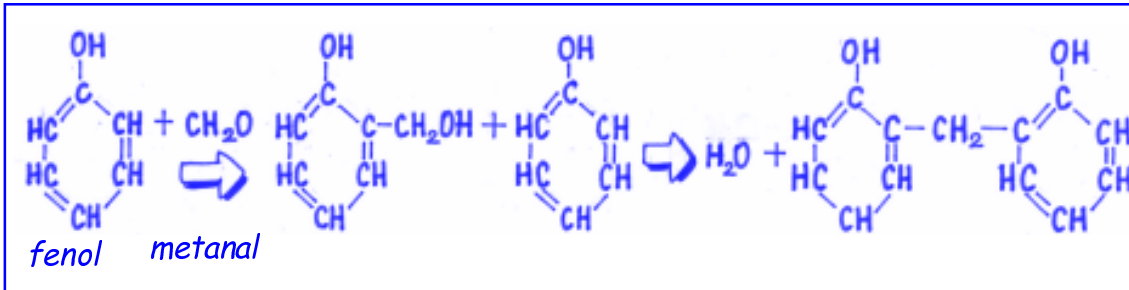
Los grupos metilo CH_3 – reaccionan con facilidad con la molécula del cloruro de vinilo, produciendo fragmentos moleculares de mayor tamaño. Como observarás en la figura, dicho fragmento molecular reacciona a su vez con otra molécula de cloruro de vinilo captándola y formando un fragmento todavía mayor. El proceso continúa por este mecanismo hasta que un gran número de unidades (hasta 10 000) se incorporan a la cadena molecular. Tenemos así el conocido **cloruro de polivinilo (PVC)**.

En la práctica, sin embargo, para obtener macromoléculas a partir del etileno, es necesario comprimir este gas a una presión próxima a las mil atmósferas y a temperatura de 200°C , empleándose una maquinaria muy especializada. Se mezcla etileno muy puro con trazas de oxígeno. Se comprime la mezcla hasta que adquiera la densidad de un líquido normal. Después se pasa a través de una serie de tubos en los que el etileno se convierte gradualmente en un líquido viscoso que emerge por el extremo del dispositivo y se solidifica a unos 110°C .

El proceso es continuo y el tamaño de los tubos, la gran temperatura del proceso y el punto de fusión relativamente bajo del producto, permite cambiar el estado de fluido móvil a viscoso.



- Hay otro tipo de resinas llamadas fenólicas o baquelita. La química de su formación es bastante complicada, pero el método empleado para obtenerlas es muy simple. Los dos cuerpos de partida son el formaldehído (metanal o formol) y el fenol o ácido carbónico. Bajo la influencia de un ácido o álcali en solución acuosa y calentamiento moderado hasta 100°C , estas dos moléculas reaccionan entre sí del modo siguiente:



Como observas en la figura, el metanal forma otro grupo alcoholico, pero este grupo tiene la importante propiedad de que reacciona fácilmente con un átomo de hidrógeno de otra molécula de fenol dando una molécula de agua; el otro producto formado es una molécula más grande en la cual dos moléculas de fenol están unidas mediante un grupo $-\text{CH}_2-$. A continuación, otra molécula de metanal reacciona dando otro nuevo grupo alcohol, de tal modo que el proceso puede repetirse formando una cadena de unidades similares dentro de la molécula. Después de calentarse durante unos minutos, la solución se separa en dos capas; la macromolécula forma la capa inferior más pesada, que soporta la capa acuosa. Al enfriarse queda una resina amarilla, quebradiza, en la cual la unidad de repetición arriba señalada constituye la macromolécula.

Hasta aquí es probable que hayas tomado nota que los polímeros pueden generarse de dos maneras distintas:

- Por adición.
- Por condensación.

En la **polimerización por adición**, el monómero presenta algún enlace doble cuya apertura permite el encadenamiento o agregado de las moléculas iguales o diferentes (copolimerización). En cambio, en la **polimerización por condensación**, los monómeros reaccionan con eliminación de moléculas pequeñas, generalmente de agua.

De los polímeros estudiados, ¿cuáles se obtienen mediante polimerización por adición y cuáles por condensación?

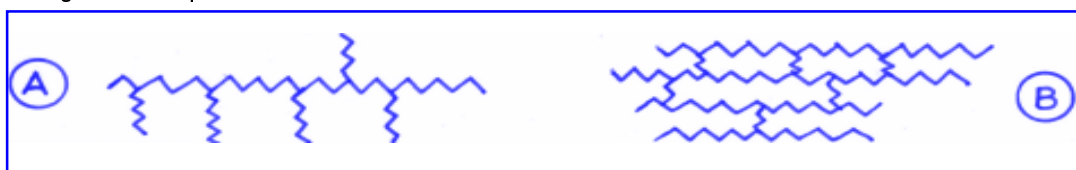
.....

.....

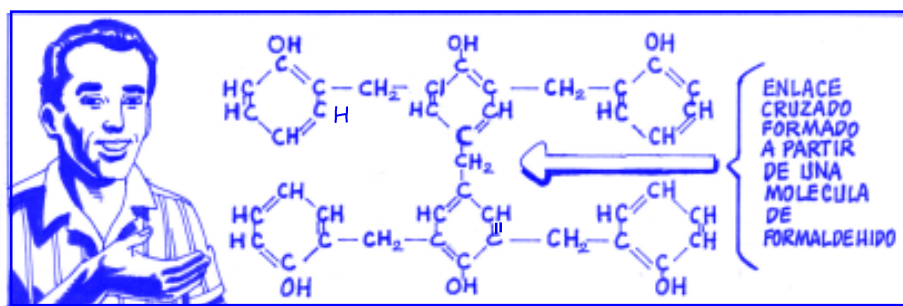
Con seguridad has señalado que un ejemplo de polimerización por adición es el polietileno; y que en el caso de la elaboración del nylon y la baquelita, se ha estudiado la polimerización por condensación.

Ahora bien, no hay límite, al menos en el papel, para el tamaño de tal macromolécula. Hasta ahora hemos estudiado a macromoléculas lineales que podemos representar por un zig-zag de átomos de carbono. En las figuras las líneas representan los enlaces que unen entre sí las unidades de repetición.

Existen, no obstante, dos tipos posibles de estructuras más: aquellas que se obtienen por ramificaciones en las cadenas lineales tal como se representa en la figura A del esquema; y aquellas en las que las cadenas se unen por enlaces cruzados dando la estructura que representamos en la figura B del siguiente esquema:



Un ejemplo de enlace cruzado se muestra en la siguiente figura:



Este proceso acontece al calentar la resina quebradiza con una cantidad adicional del metanal empleado con catalizador ácido o alcalino. En tanto que la resina quebradiza es fusible y soluble (en los líquidos alcohólicos), el producto obtenido es infusible e insoluble. Las moléculas lineales están ahora fijadas de tal modo que no se pueden mover, pues —están inmovilizadas por estos enlaces químicos, formando lo que se llama una resina termoendurecida.

Ahora bien, en muchos casos se hace necesario alterar químicamente las macromoléculas.

¿Por qué se hace necesario efectuar dichas modificaciones?

En muchos casos, las macromoléculas —ya sean de origen natural o preparadas químicamente, mediante las reacciones que hemos descrito anteriormente— no son adecuadas para un determinado fin. Es necesario, por tanto, alterar químicamente la naturaleza de los grupos unidos al esqueleto molecular sin que éste sea modificado. Por ejemplo, la celulosa obtenida del algodón, o de determinados árboles, se puede tratar con ácido acético y transformarla en acetato de celulosa, que es el producto de partida para la fabricación de diversas fibras textiles que tienen propiedades análogas a las que poseen las fibras de celulosa pura.

Por otro lado, el caucho natural, que está formado por largas cadenas de átomos de carbono, se puede tratar con ácido sulfúrico concentrado de tal modo que se forman pequeños anillos de átomos de carbono a lo largo del esqueleto principal, que da como resultado que el caucho se endurezca. Sin embargo, desarrolla una gran resistencia a la abrasión; convirtiéndose en un material especialmente útil, cuando se mezcla con una proporción adecuada de caucho ordinario, para las suelas de los zapatos. A causa de su estructura química se le denomina **caucho cíclico**.

Habrás concluido que mediante una manipulación dirigida de las macromoléculas se pueden obtener en la actualidad diversos polímeros: plásticos y fibras artificiales, con casi cualquier propiedad deseable.

Ahora, te invitamos a, en base al texto leído, responder:

¿De qué modo las propiedades del átomo de carbono permiten la construcción de polímeros?

¿Cómo se forman las estructuras macromoleculares de cadena lineal, de cadena ramificada y de enlaces cruzados?

¿De qué manera pueden modificarse las estructuras químicas de las macromoléculas para obtener sustancias con propiedades diferentes?

Indica y describe algunos métodos para la elaboración de macromoléculas.

¿Qué diferencias encuentras entre los polímeros por adición y los polímeros por condensación? Señala algunos ejemplos de cada uno.

II. POLÍMEROS NATURALES

Esta unidad tiene el propósito de ayudarnos en la diferenciación de los diversos polímeros naturales, reflexionando sobre la importancia de los elastómeros.

2.1 CAUCHO Y ELASTÓMEROS

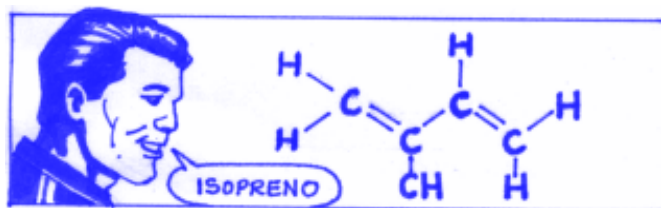
¿En qué consiste el caucho?

¿Cómo se inicia la industria del caucho?

En su libro *“Introducción a la Ciencia”*, Isaac Asimov nos da algunas respuestas:

“...Cristóbal Colón descubrió que los nativos sudamericanos jugaban con pelotas que rebotaban, formadas por un jugo vegetal endurecido, que llamaron “goma de las Indias”. Con este material posteriormente se elaboraron vestiduras constituidas por una capa de goma entre dos capas de tejido, consiguiendo una impermeabilización. Se presentaron, sin embargo, dificultades con la goma; con el calor se volvía pegajosa y gomosa, mientras que con el frío se volvía correosa y dura. A fin de suprimir estas características indeseables, el norteamericano Charles Goodyear (1839) encontró que una mezcla de goma y azufre calentada aparecía seca. La calentó y enfrió repetidamente, sin que se volviera pegajosa o similar al cuero, respectivamente. Seguía siendo suave y elástica.

Este proceso de añadir azufre a la goma se llama “vulcanización” (de Vulcano, el dios romano del fuego). El descubrimiento de Goodyear estableció las bases de la industria del caucho. Posteriormente, en 1879, se determinó la estructura molecular de la goma. Se calentó goma en ausencia de aire y se obtuvo un líquido llamado “isopreno”, cuya molécula está compuesta de cinco átomos de carbono y ocho átomos de hidrógeno, dispuesto de la siguiente manera:



La goma está constituida por miles de unidades de isopreno. Debido a que las moléculas de isopreno se unen para formar un tipo de compuesto llamado “terpeno”, obtenido a partir de la esencia de trementina, la goma es considerada un politerpeno”.

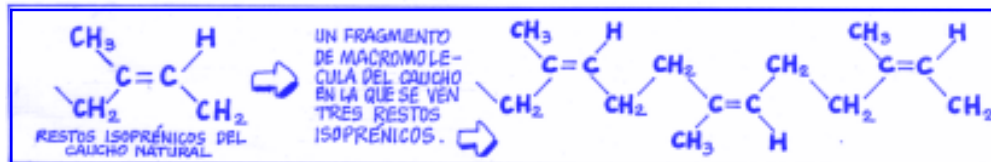
¿Cómo obtenemos el caucho natural?

¿Cómo obtenemos el caucho vulcanizado?

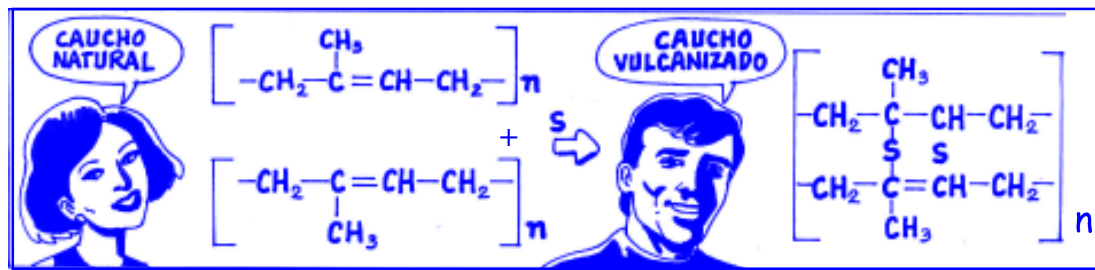
Mediante incisiones practicadas en la corteza del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) se consigue que fluya un jugo lechoso o látex, suspensión coloidal del elastómero, que se coagula mediante un ácido (acético, sulfúrico), obteniéndose el **caucho bruto o goma elástica natural**. Este producto no podría usarse directamente, pues se oxidaría en el aire, haciéndose quebradizo. Para poder usarlo se le incorpora del 1 al 25% de azufre, a unos 120° C, obteniéndose el **caucho vulcanizado**.

Este nuevo producto es elástico, aislante e impermeable sin ablandarse por el calor, como el caucho bruto. Como es de tu conocimiento, con el caucho vulcanizado se fabrican una infinidad de objetos manufacturados: neumáticos, cámaras de aire, impermeables, tubos, etc. Si la proporción de azufre se eleva de 30 a 50% se obtiene un producto duro y aislante: la **ebonita**, muy utilizada en la industria eléctrica.

En cuanto a su constitución química, parece que el caucho natural está formado por micelas coloidales alargadas, cada una de las cuales es un paquete de macromoléculas, que recordarás son polímeros de un hidrocarburo llamado isopreno (o metilbutadieno). Al polimerizarse, el hidrocarburo pierde dos átomos de hidrógeno y el resto $(C_5H_8)_n$ se repite alrededor de 4 000 veces dando macromoléculas muy alargadas, entremezcladas unas con otras en forma desordenada.



La vulcanización puede interpretarse de la siguiente manera:



Como observas, el azufre actúa como agente que sirve de enlace cruzado entre las cadenas de hidrocarburos. De esta manera, una imagen del caucho vulcanizado sería un conjunto de resortes enrollados, unidos lateralmente unos a otros en condiciones tales que el conjunto, como un todo, pudiera estirarse muchas veces. Teniendo presente estas uniones cruzadas, un trozo de caucho puede considerarse como una sola molécula gigante.

Este procedimiento es considerado como el más importante de los avances realizados en la tecnología del caucho, ya que ha permitido que un producto de escaso valor haya pasado a tener de gran importancia, mucho antes de que pudiera pensarse en las fibras y plásticos sintéticos.

Piensa y responde:

- ¿Por qué se afirma que el caucho es un polímero?
- ¿De qué modo se obtiene el caucho natural?
- ¿Qué diferencias hay entre el caucho natural y el caucho vulcanizado?
- ¿Cómo ocurre el proceso de vulcanización?
- ¿Por qué se afirma que la vulcanización es el más importante de los avances realizados en la tecnología del caucho?

III. LOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

El propósito de la presente unidad es ayudarnos a la identificación y a la distinción de las variadas macromoléculas de procedencia artificial y sintética, estableciendo criterios de reconocimiento y de valoración entre los plásticos y las fibras químicas.

3.1 LOS PLÁSTICOS.

¿Qué son los plásticos?

.....

¿Qué clases de plásticos se conocen?

.....

.....

Para averiguarlo, te proponemos este experimento:

- En un tubo de ensayo, muy limpio y seco, vierte una mezcla que contenga 2,25 gramos de fenol y 7,5 mL de formol al 40%.
- Agrega, luego, 1,2 mL de amoníaco, y tapa el tubo con un corcho, al que se le haya atravesado un codo de desprendimiento.
- Calienta el tubo en bañomaría hasta la ebullición. Observa que la mezcla toma una apariencia lechosa.
- Calienta por cinco minutos más.
- Enfría, y por decantación elimina la capa líquida superior.
- Calienta la capa inferior y añade 1,5 mL de ácido acético, gota a gota. Se forma una solución transparente.
- Calienta nuevamente en bañomaria por espacio de 30 minutos.
- A continuación guarda en una estufa a una temperatura de 80 a 85°C durante dos días, al cabo de los cuales rompe el tubo. Observa el plástico transparente formado. ¡Es la baquelita!

¿Por qué la baquelita es considerada como un plástico?

.....

.....

Quizás hayas indicado que llamamos “plástico” a cualquier sustancia orgánica (es decir, que con-

tiene carbono) que puede ablandarse y moldearse por la acción del calor. Así, en alguna fase de su fabricación muestra propiedades fluidas; y cuando se calientan generalmente se ablandan, más que fundirse, a una temperatura definida. Algunos posteriormente se vuelven resistentes al calor (no se ablandan) y a los disolventes (son insolubles). Es éste el caso de la baquelita.

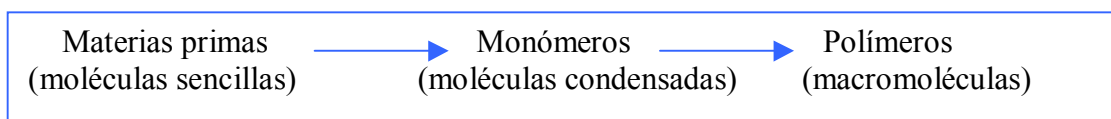
Infinidad de objetos de uso diario se fabrican empleando materiales denominados plásticos, los que desempeñan un papel importante, y cada día mayor, en la economía mundial. Complementan en la industria y en el uso doméstico a los materiales básicos que son los minerales, rocas y maderas. Muchos de ellos, como presentan propiedades parecidas a las de ciertas resinas que se hallan en la naturaleza, se denominan también resinas sintéticas o artificiales.

Según su origen, ¿cómo pueden agruparse los plásticos?

Quizás hayas señalado que pueden dar lugar a tres grandes grupos:

GRUPO	PROCEDENCIA	EJEMPLOS
PLÁSTICOS SINTÉTICOS	Sustancias madres sintéticas: fenol, úrea, metanal, etanol, etileno, glicerina, anhídrido ftálico, etc. Productos extraídos de la destilación fraccionada del alquitrán de hulla (benceno, fenol, etc.), del petróleo bruto o de los gases naturales, o del cracking del petróleo (eteno, metano, propileno, etc.)	Baquelita Polietileno Nylon Glyptal Acryloid Vinilitas Plexiglás Caucho sintético
PLÁSTICOS DE ORIGEN VEGETAL	Materias prima de origen vegetal como: gomas, algodón, colofonia, etc.	Celuloide Rayón (seda artificial) Celofán Pliofilm Acetilcelulosa
PLÁSTICOS DE ORIGEN ANIMAL	Materiales de origen animal como: caseína de la leche.	Galalita Lanital (lana artificial)

Recuerda que los plásticos se fabrican a base de moléculas de bajo peso molecular (fenol, metanol, etanol, etileno, etc.). Mediante una reacción apropiada, esas moléculas se condensan o adicionan dando moléculas iniciales de los plásticos, los monómeros; que sometidos en ciertas condiciones a la acción de la temperatura y de la presión, en presencia de determinados catalizadores se polimerizan, dando los polímeros, de elevado peso molecular, verdaderas macromoléculas, que ya son los plásticos:



Por sus propiedades fundamentales los plásticos pueden agruparse principalmente en:

- TERMOESTABLES
- TERMOPLÁSTICOS

La diferencia que hay entre las dos clases la puedes descubrir fácilmente realizando la siguiente actividad:

- Coloca un tintero de plástico vacío en una vasija con agua hirviendo.
- ¿Qué observas en el tintero a la temperatura de 100°C?

Habrás observado que el tintero se ablanda y puede tomar la forma que uno quiera, la cual conserva al enfriarse. Este plástico es un termoplástico. Los termoplásticos al ser ablandables por el calor, se prestan para ser trabajados de distintas maneras y obtener piezas moldeadas, laminadas, filamentos o hilos. En este grupo se incluyen los plásticos elaborados por polimerización de adición: el cloruro de polivinilo (para aisladores eléctricos), el poliestireno (para las armaduras de los anteojos), el polietileno (recubrimiento de cables, cañerías, recipientes, bolsas, tachos de basura, botellas flexibles), polimetil-metacrilato (dentaduras postizas). Otras resinas termoplásticas se muestran a continuación:

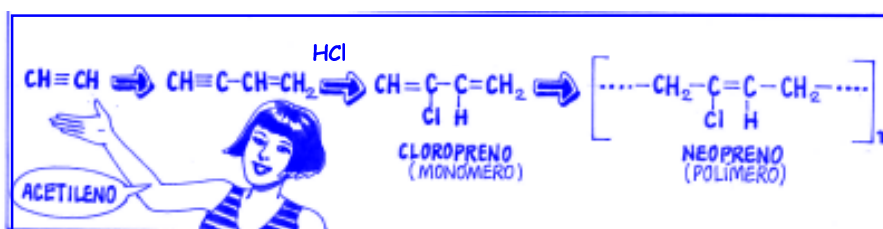
RESINAS TERMOPLÁSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Resinas celulósicas: celuloide, rayón • Resinas acrílicas: plexiglás, lucite • Esteres polímeros del ácido metacrílico, $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$: vidrios orgánicos • Resinas vinílicas: se repite un monómero con el grupo $\text{CH}_2 = \text{CH} -$ • Aminoplásticos • Resinas poliamídicas: nylon
------------------------	--

Asimismo, un plástico termoestable o termorresistente sirve para hacer el armazón de los interruptores de la luz o para aislar las herramientas usadas en los trabajos eléctricos, o también el utilizado para fabricar los platos que se usan en los días de campo, los que no cambian su forma al ser lavados con agua caliente, porque no son influidos por el calor. Son plásticos obtenidos mediante polimerización por condensación. Uno de ellos es la baquelita, empleado en la fabricación de cubiertas de teléfonos, radios y otros artículos eléctricos.

El teflón es otro plástico termorresistente. Se forma a partir del monómero tetrafluoroetileno, $\text{nCF}_2 = \text{CF}_2$ utilizando como catalizador peróxido de hidrógeno e iones de hierro (III). El teflón resiste la mayoría de acciones químicas y puede soportar temperaturas elevadas. Se utiliza en utensilios de cocina antiadherentes y como aislante.

Por otro lado, la fabricación del **caucho sintético** es un problema que fue un reto para los químicos, pero actualmente se elaboran sustancias que son prácticamente iguales al caucho natural o lo sustituyen, a veces, con ventaja. Caucho sintético es la denominación común de una serie casi infinita de productos macromoleculares, que tienen en común, precisamente, la denominada elasticidad de la goma. Recuerda, al respecto, que una goma puede estirarse hasta el 800% de su longitud inicial sin romperse, recuperando su forma original en una fracción de segundo.

Para obtener uno de los tipos de caucho artificial se transforma el acetileno (etino C_2H_2) en otros hidrocarburos como el butadieno. Como ejemplo, veamos el proceso de obtención del neopreno:



Actividades sugeridas.

A continuación te invitamos a realizar las siguientes actividades:

- *Calienta en la llama de un mechero la punta de una varilla de vidrio y oprímela contra una sustancia de plástico. Comprueba: Se hará un agujero si se trata de una resina termoplástica: en el caso de que si fuera una resina termoestable, de ninguna manera.*
- *Calienta un pedazo de materia plástica y observa: Casi todas las sustancias termoestables desprenden fuertes olores, pero no arden; en cambio, las termoplásticas arden sólo cuando están directamente sobre la llama.*
- *Coloca un disco viejo, de vinilo, dentro de una olla con agua hirviendo. Cuando esté blando, moldéalo con dos agitadores. Al enfriarse de nuevo, el disco se volverá a endurecer. Así compruebas que las sustancias termoplásticas se ponen suaves y maleables cuando se calientan.*
- *Toma una pequeña cantidad de materia plástica suave y caliéntala en una cuchara vieja. Extiende a continuación la materia plástica reblandecida en un plato de vidrio. Oprime sobre el plástico una moneda, y así obtendrás una impresión perfecta.*

Veamos ahora, según su estructura química, ¿cómo clasificamos los plásticos?

CLASES	EJEMPLOS	USOS
Plásticos procedentes de materias naturales	Fibra vulcanizada (1859), de celulosa de madera Celuloide (1872), de celulosa de algodón Asta artificial (1897), de la caseína de la leche	Piezas de maquinaria en industrias automotriz, textil, eléctrica y maletera. Películas cinematográficas. Fabricación de botones, fichas para juegos, objetos corrientes.
Plásticos formados por polímeros de condensación	Baquelita (1907) Resinas de úrea	Fabricación de bolas de billar, artículos de bisutería. Fabricación de pegamento para masas prensadas, y en planchas para la construcción.
Plásticos formados por polímeros de adición	Poliétileno Poliestireno Cloruro de polivinilo (PVC)	En objetos de uso corriente: botellas, tapones, barreños. En objetos de precisión, vajillas, vasos y objetos de fantasía. En tubos flexibles, aislantes, piezas resistentes a los agentes químicos.
Plásticos formados a partir de distintos tipos de reacción	Poliuretanos Siliconas Poliamidas Poliésteres Resinas etoxilínicas	Usados para recubrimientos de planchas metálicas, aislamientos eléctricos. Como lubricantes. Fabricación de fibras sintéticas u objetos de gran resistencia: cojinetes, ruedas dentadas.

Ahora, respondamos a lo siguiente:

- ¿A qué tipo de cuerpo se le denomina “plástico”?
- Según la definición, ¿qué sustancias pueden ser consideradas como plásticos?
- ¿Por qué se afirma que el cloruro de polivinilo (PVC) y la baquelita son plásticos?
- ¿Qué criterios pueden proponerse para las diversas clasificaciones de los plásticos?
- Establece diferencias entre las distintas formas de agrupación.
- ¿Cómo pueden distinguirse los plásticos termoestables de los termoplásticos?

3.2 LAS FIBRAS QUÍMICAS

- ¿Qué entendemos por fibras químicas?
- ¿Qué es y cómo se obtiene el nylon?
- ¿Qué es y cómo se obtiene el rayón?

Actividad

Te invitamos a encontrar las respuestas a las preguntas anteriores realizando la siguiente actividad:

El rayón es una fibra sintética que se obtiene disolviendo la celulosa en el cupramonio y solidificándola de nuevo. ¿Quieres elaborar esta fibra? Pues, sólo tienes que seguir estos pasos:

- **Prepara una solución de cupramonio.** Para ello:
 - Disuelve 10 gramos de sulfato de cobre $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 100 mL de agua, utilizando un frasco de medio litro.
 - Agrégale después una solución de hidróxido de sodio NaOH al 10%, hasta que no precipite más hidróxido cúprico azul.
 - Deja reposar y decanta el agua excedente. Llena ahora de agua el frasco, deja reposar y decanta de nuevo. Repite este proceso seis veces.
- Después del último lavado, **decanta el agua.** Filtra y lava el precipitado de hidróxido cúprico.
- **Agrega amoniaco** NH_4OH con un cuentagotas al hidróxido cúprico húmedo, hasta la disolución completa del $\text{Cu}(\text{OH})_2$ que se transforma en $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ azul oscuro. Esta solución se llama “reactivo de Schweitzer”.
- **Agrega pedacitos de papel filtro al líquido azul:** se disolverán.
- En un frasco de boca ancha, **coloca** 500 mL de agua y 10 mL de ácido clorhídrico. Monta a continuación un aparato como el que se indica en la figura y coloca en el frasco con tapón perforado la solución que contiene el papel disuelto. El extremo capilar debe entrar un poco en la solución del frasco grande. Sopla. ¿Qué observas?

El líquido azul empieza a pasar al frasco grande. Al ponerse en contacto con el ácido diluido, se solidifica formando un hilo de rayón. Es una fibra sintética, esto es, un filamento obtenido por procedimientos químicos y de amplio uso en la industria textil.



¿De dónde obtiene el hombre algunas fibras textiles?

Seguramente has indicado que obtiene algunas fibras textiles de los vegetales, de diversas partes de las plantas. Utiliza la borra que recubre las semillas del algodón, los tallos del lino, del cáñamo, de yute, entre otros. Otras fibras proceden de los animales: la lana de ovejas y la fibra de alpaca, la seda de los capullos de los gusanos de seda. También utiliza fibras de origen mineral, como las del amianto. Las fibras textiles de origen vegetal están formadas principalmente por celulosa. La lana y la seda están constituidas por proteínas (la lana por queratina; la seda por fibroína y sericina).

Estarás de acuerdo que el mundo moderno necesita grandes cantidades de fibras textiles, por lo cual los investigadores han tratado de imitar a la naturaleza, produciendo fibras artificiales semejantes a las naturales. Entre ellas las más importantes son las fibras fabricadas con celulosa, como el **rayón** (o seda artificial), que se obtiene a partir de la pasta de madera, de la paja o de la caña común. Otras fibras artificiales se obtienen de la caseína de la leche o de la caseína contenida en el frijol soya.

Durante los últimos años las fibras sintéticas han adquirido una enorme importancia por su resistencia y duración superiores a las de las fibras naturales. Se obtienen a partir de productos relativamente sencillos, como son los derivados del petróleo y del carbón, que se transforman por polimerización de condensación en compuestos que pueden hilarse. De esta manera se han obtenido el **nylon, el perlón, el orlón, el dacrón (terileno)**, entre muchos otros.

¿Encuentras alguna relación entre las fibras químicas y los plásticos?

¿Cómo es que los químicos distinguen entre fibras artificiales y sintéticas?

Te invitamos a explicar tu respuesta.

Dentro del extenso campo de sustancias que responden al nombre genérico de plásticos se encuentran las **fibras químicas** que, aunque comúnmente nadie las identifica con ellos, lo son tanto desde el punto de vista químico como el físico. Es evidente que algunos plásticos fibrosos pueden encontrarse en forma de láminas o en forma sólida como los plásticos ordinarios. El nylon es muy conocido en su forma no fibrosa; por ejemplo, en los peines irrompibles. Estas fibras son polímeros de elevada masa molecular que pueden clasificarse en dos grandes grupos. Los químicos distinguen así, entre fibras artificiales (fabricadas a partir de polímeros naturales) y fibras sintéticas.

FIBRAS ARTIFICIALES	RAYON (seda artificial)
FIBRAS SINTÉTICAS	NYLON DACRON (Terileno) ORLON

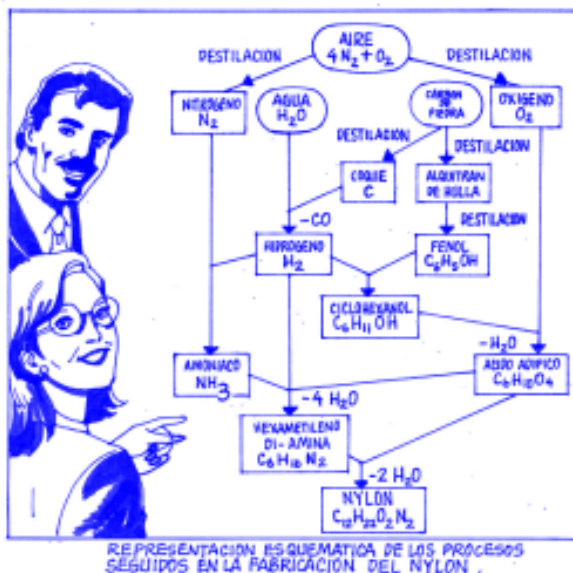
Entre las **fibras artificiales** las más importantes son las que proceden de la celulosa, como el rayón acetato (seda artificial) y el rayón viscosa. La seda artificial cuyo nombre proviene de su brillo y suavidad, se hizo muy popular hacia el año 1920. Para fabricarla es necesario que la celulosa reaccione con ácido acético, con lo cual se obtiene un producto de fórmula química tan parecida a la de la celulosa que conserva íntegramente la cadena del polímero, pero, a diferencia de ellas, es soluble en líquidos tales como la acetona, y funde por la acción del calor y la presión; de ahí que pueda hilarse.

En cuanto al rayón viscosa, el producto que se expende al mercado es exactamente igual en su composición química a la celulosa de la cual se obtiene, pero durante el proceso de fabricación ha sido transformado temporalmente en otro producto para poderlo hilar, lo que es imposible con la celulosa natural. Así, el rayón viscosa es químicamente la misma sustancia que el algodón y presenta el mismo comportamiento frente a los colorantes y disolventes, mientras que el rayón acetato es ya un producto químico distinto y se parece en ciertos aspectos a las nuevas fibras sintéticas.

Las **fibras sintéticas** no derivan de ningún polímero natural; en ellas, el polímero se ha conseguido a partir de un determinado monómero o monómeros, que, a su vez, se obtienen del petróleo o de alguno de sus productos derivados. La polimerización puede efectuarse tanto por condensación (nilón) como por adición (poliuretano). Lo fundamental es que la unión entre los monómeros sólo se produzca por dos puntos, con el fin de que se forme una molécula unidimensional.

La primera fibra sintética fue el **nylon** (1938), cuya comercialización constituyó una auténtica revolución en el mundo textil, por las propiedades que presentaban los tejidos fabricados con esta fibra. El nylon presenta una resistencia a la rotura bastante superior a la del acero; es muy elástico, de baja densidad ($1,14 \text{ g/cm}^3$) y no puede ser destruido por el moho, las bacterias o las polillas; de ahí que los tejidos, a pesar de su ligereza, resistan largamente el uso; además no encogen, se secan pronto y no precisan planchado. Químicamente, pertenece al grupo de las poliamidas que, por sus propiedades, se asemejan bastante a la seda. Posteriormente, se han fabricado otros tipos de fibras, como las poliacrílicas, más parecidas a la lana, y los poliésteres, semejantes al algodón, pero por ser más rígidos y duros que éste deben mezclarse con otras fibras más suaves.

El nylon se trata de una resina poliamídica cuya formación puede esquematizarse en el siguiente gráfico:



Observas que las materias primas para hacer el nylon son el carbón de piedra, el aire y el agua. A partir de ellos se forman los compuestos hexametileno diamina y el ácido hexanodioico o adípico.

El polímero fundido (p.f. = 263°C) se hace pasar a través de finas boquillas y las fibras se someten al frío para darles resistencia. El nylon es más fuerte que cualquier otra fibra natural. Se utiliza para cordeles, redes, engranajes de ruedas, alfombras, ropas, cepillos para dientes, peines e hilos para suturas quirúrgicas.

Otros tipos de plásticos con ventajas similares al nylon son el orlón (polímero del cianuro de vinilo) y el dacrón (poliéster del ácido tereftálico con etilenglicol).

Ahora bien, como se ha indicado, las fibras artificiales tienen que sufrir un proceso de hilatura, es decir, han de adquirir la forma de hilo. Para que un material polimérico pueda hilarse ha de ser soluble en algún disolvente o bien fusible; según las propiedades que posea, la hilatura será húmeda o seca. Si la fibra es soluble, como en el caso del rayón y de las fibras acrílicas, se sigue el procedimiento de hilatura en húmedo. Primero se disuelve el polímero de modo que se obtenga una materia viscosa o pasta, que se hace pasar a través de una

hilera o tobera –placa metálica, generalmente de platino, oro o algún otro metal noble, en la que se han practicado unos agujeros pequeñísimos-, formándose así los hilos, de los que es preciso eliminar el disolvente para que adquieran su estado físico normal. En el rayón acetato, el disolvente se elimina por evaporación mediante corrientes de aire caliente, y en el rayón viscosa, mediante determinadas reacciones químicas.

La hilatura en seco se utiliza en el caso de que el polímero pueda fundir por efecto de un aumento de temperatura sin sufrir descomposición. Es el procedimiento que se sigue con los poliésteres y las fibras elastoméricas (poliuretanos), y consiste en fundir el polímero y hacerlo pasar a través de la hilera, después de lo cual los hilos se enfrían.

Los tejidos fabricados con fibras artificiales presentan una gran ventaja sobre los realizados con fibra naturales, pues son más resistentes; de ahí que duren más y necesiten menos cuidados para su conservación y limpieza. Sin embargo, todavía no se ha fabricado la fibra perfecta, ya que la resistencia generalmente va acompañada de una mayor rigidez, de modo que una fibra que fuera lo bastante fuerte para que no se desgastara en absoluto por el roce y los lavados sería tan rígida y dura que produciría llagas en la piel.

Piensa y responde:

¿Por qué se afirma que las fibras químicas son en realidad plásticos?

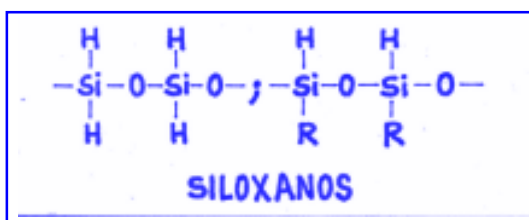
¿Qué diferencias se establecen entre las fibras sintéticas y las fibras artificiales?

Describe la obtención del nylon y del rayón.

¿Qué ventajas tiene las fibras artificiales y sintéticas sobre las naturales?

3.3 LAS SILICONAS

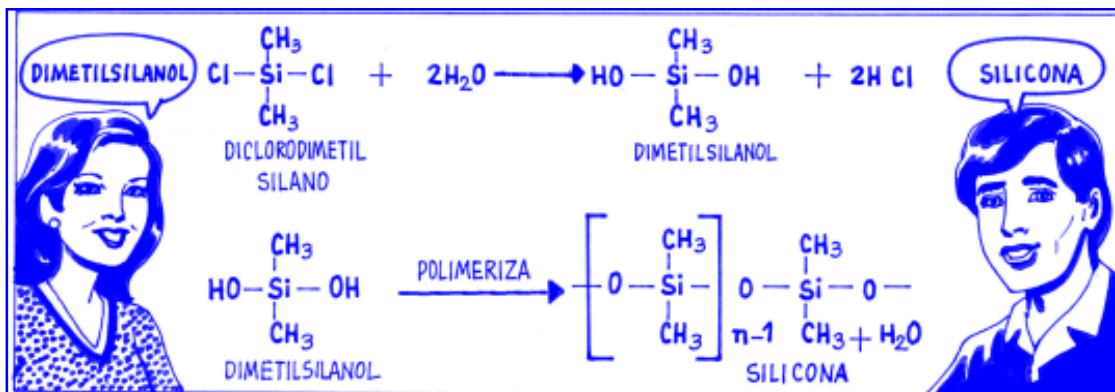
Un último ejemplo de polímeros elásticos como el caucho nos lleva a la frontera entre la Química Orgánica e Inorgánica. Se trata de cauchos sobre la base de “siliconas”, polímeros con la constitución básica siguiente:



“R” puede ser un radical orgánico cualquiera, como $-\text{CH}_3$ (metilo), $-\text{C}_2\text{H}_5$ (etilo) o $-\text{C}_6\text{H}_5$ (fenilo). Como observarás la estructura básica de la molécula es una cadena de átomos de silicio y oxígeno alternados.

Las siliconas son siloxanos (v. Glosario) polimerizados, bastante estables a influencias químicas y térmicas, lo que los hace muy adecuados para muchas aplicaciones técnicas. Según el grado de polimerización, las siliconas pueden ser líquidas o sólidas.

Se obtienen usualmente por hidrólisis del diclorodimetilsilano y polimerización posterior, con pérdida de agua, del silanol resultante:



¿Qué aplicaciones tienen las siliconas?

Por sus propiedades poco comunes, como solubilidad en solventes orgánicos e insolubilidad en agua y alcoholes, estabilidad al calor, inercia química, propiedades dieléctricas altas, baja inflamabilidad y viscosidad, así como poca variación de la viscosidad con la temperatura y no toxicidad, tienen gran aplicación en la actualidad en muchos campos: como material central en las pelotas de golf, en líquidos para frenos (fluidos de transferencia hidráulica), lubricantes (los aceites de silicona son más estables que los de hidrocarburos), resinas para laminación, barnices, repelentes de agua, ceras y cauchos de silicona, entre muchos otros.

Piensa y responde:

¿Por qué se afirma que las siliconas son polímeros inorgánicos?

Describe un método de obtención de siliconas.

Indica la importancia de las siliconas.

IV. CAMPOS DE APLICACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LAS MACROMOLÉCULAS

Esta unidad pretende ayudarnos en la comprensión de los efectos que provocan en nuestra vida las macromoléculas y en el análisis de los diversos problemas que pueden ocasionar las nuevas tecnologías utilizadas en la elaboración de los polímeros sintéticos.

4.1 ALGUNAS APLICACIONES DE LOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

¿De qué modo las macromoléculas tocan todos los aspectos de la vida moderna?

¿Qué importancia tienen los plásticos sintéticos en la vida moderna?

Es probable que hayas escuchado que uno de los muchos nombres dados a nuestra era es el de “la era de los plásticos”, debido a que es un hecho indiscutible que estos materiales han cambiado el aspecto externo de nuestro medio ambiente, como ningún otro descubrimiento técnico.

Así pues, en la actualidad existe una inmensa cantidad de materias plásticas que cada día conquistan nuevos campos de aplicación. Las macromoléculas artificiales tocan todos los aspectos de la vida moderna. Es muy difícil de imaginar hoy un mundo sin polímeros. Tenemos las fibras textiles para vestuario, alfombrado y cortinajes; zapatos; juguetes; repuestos para automóvil; materiales de construcción; caucho (o hule) sintético; equipo químico; artículos médicos; utensilios de cocina; cuero sintético; equipos recreativos. En el hogar hacemos uso de muchos objetos de plástico. En la cocina, el suelo puede recubrirse con una capa de plástico vinílico, y el interior de la refrigeradora, con un plástico estireníco que oculta el aislamiento. La sartén, por ejemplo, se limpia con facilidad gracias a que está revestida con una delgada capa de politetrafluoroetileno (teflón). Es posible que la cubierta exterior de nuestros televisores y receptores de radio sean de plástico y que estos aparatos dispongan, en su interior, de unos circuitos impresos sobre placas de plástico termoestable.

De igual modo, en nuestro ambiente de trabajo nos vemos rodeados de plásticos. Por ejemplo, los teléfonos, las cubiertas protectoras de las computadoras, las máquinas de escribir y calculadoras; las reglas, los bolígrafos y las carpetas son total o parcialmente de plástico.

Todos ellos y muchos otros artefactos y utensilios que consideramos esenciales en nuestra vida diaria se fabrican completamente o en parte con polímeros. La mayor parte de éstos eran desconocidos hace 60 o 70 años. La gran mayoría de los materiales poliméricos se elabora en base a los componentes del petróleo. Y como éste no es renovable, la dependencia respecto de los polímeros es otra buena razón para no despilfarrar el limitado caudal mundial de petróleo.

Además de polímeros, los plásticos suelen contener plastificantes, pigmentos, estabilizadores y otros aditivos. El plástico puede estar reforzado con fibras de otros materiales, como vidrio. Se afirma que este **plástico reforzado** tendrá aplicaciones revolucionarias en el campo de la edificación. De esta manera, el plástico será más empleado, como material de construcción que el hierro y el acero. Cabe imaginarse que, en el futuro, las casas sean totalmente de plástico, rodeadas por un césped eternamente verde, de plástico etilénico.

Al respecto, la siguiente tabla te muestra un resumen de algunas aplicaciones de los principales polímeros sintéticos. Te invitamos a que reflexiones sobre la importancia de estos materiales.

POLÍMEROS. PLÁSTICOS. RESINAS. CAUCHOS

Nombre	Uso
Poliétileno	Aislamiento eléctrico, material de envoltura (bolsas para empacados, envoltura de plástico), juguetes y utensilios moldeados, revestimiento de envases de cartón para la leche.
Polipropileno	Recipientes moldeados, botellas, utensilios de hospitales (esterilizables), partes de máquinas lavadoras, partes de interiores de automóviles.
Cloruro de polivinilo	Aislamiento eléctrico, juguetes, mangueras para jardín, vestiduras de automóviles, papel para muros lavable, material de envoltura, botellas (de líquidos para lavar el cabello), "piel patentada", pisos de vinilo, tuberías de agua, discos fonográficos, impermeables, cortinas para baño.
Politetrafluoroetileno	"Teflón", aislador eléctrico, material químicamente inerte, revestimientos antiadhesivos (ollas, sartenes y herramientas).
Polivinilacetato	Pinturas, adhesivos para tejidos, papel y madera, aderezo para tejidos.
Alcohol polivinilo	Emulsificadores para cosméticos, materiales de envoltura solubles en agua.
Polimetilmetacrilato (Acrílico)	«Plexiglás», «Lucita», pinturas, accesorios luminosos, señales, ventanas de aviones, cabinas de helicópteros, dentaduras postizas.
Poliestireno	«Estirofoam», «tecnoport» material de envoltura, tapas de botellas, interiores de refrigeradores, juguetes, recipientes, utensilios de cocina, aislamiento de espuma.
Cloruro de polivinildieno	«Sarán», material de envoltura, material de revestimiento.
Nylon (Poliámidas)	Partes de máquinas (engranes, levas), recipientes resistentes a la cocción, filamentos usado en cepillos, suturas quirúrgicas, sedales, alfombras, medias.
Acetato de celulosa	Películas fotográficas, cepillos para dientes, peines.
Resinas de fenol-Formaldehído	Baquelita, aisladores eléctricos.
Resinas de melamina-formaldehído	«Fórmica».
Resinas de poliéster	Compuestos para molduras, resinas de fibra de vidrio, película «Mylar», fibras sintéticas, pinturas, ropas de planchado permanente.
Resinas de epóxido	Pegamentos de «Epoxi», revestimientos.
Poliuretanos	Espumas para empaque, aislamiento, muebles.
Silicones	Pulidores, lubricantes, caucho para altas temperaturas.
cis-Polisopreno	Caucho natural.
Caucho de estireno-butadieno	Caucho sintético.
Policloropreno	Caucho sintético de neopreno.

Ahora, respondamos:

¿Qué efectos crees que provocaría la eliminación de los polímeros sintéticos en la vida actual?

Entre otras denominaciones, ¿por qué se llama a nuestra época, la era de los plásticos?

¿A qué se llama plástico reforzado? ¿cuál es su utilidad?

Señala no menos de seis polímeros sintéticos y precisa su utilidad.

LECTURA

Polímeros y sus aplicaciones

De: **"Introducción a la Ciencia". Isaac Asimov**

"Aparte de nuestros alimentos, que están principalmente constituidos por polímeros altos (carne, almidón, etc.) probablemente el polímero del que más depende el ser humano es la celulosa. Es el principal componente de la madera, material indispensable como combustible y muy útil en la construcción. La celulosa de la madera también se utiliza para fabricar papel. En las formas fibrosas puras del algodón y del lino, la celulosa ha sido el material textil más importante para el hombre. Y, naturalmente, los químicos orgánicos de la mitad del siglo XIX recurrieron a la celulosa como materia prima para la elaboración de otras moléculas gigantes.

Una forma de modificar la celulosa es unir a ella el grupo nitrato NO_3^- a los grupos hidroxilos OH^- en las unidades de glucosa. Esto es posible tratando la celulosa con una mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico; así se pudo obtener celulosa parcialmente nitrada (sólo algunos de los hidroxilos disponibles quedan nitrados) que se caracterizaba por consumirse con rapidez por el fuego. Este material fue denominado "píroxilina" (de las palabras griegas que significa "madera ígnea"), el cual si se disolvía en alcohol y éter, mezclándose con alcanfor, por la evaporación del disolvente, se formaba un sólido duro que se ablandaba y se hacía maleable al calentarse. Podía luego ser moldeado en cualquier forma deseada, forma que conservaba al enfriarse y endurecerse. Así, la nitrocelulosa se transformó en el primer "plástico artificial" (1865). El alcanfor, que introducía las propiedades plásticas en una sustancia que era quebradiza, fue el primer "plastificante". Empleando menor cantidad de alcohol y éter y mejorando las condiciones de calor y presión utilizadas, se elaboró la sustancia llamada "celuloide" (1869).

El celuloide era realmente versátil. Podía ser moldeado a la temperatura de ebullición del agua, podía ser cortado, torneado, serrado a temperaturas bajas, era fuerte y duro en bloque, pero podía ser producido en la forma de películas delgadas y flexibles que servían como collares, sonajeros para niños, etc. En la forma de una película aún más delgada y flexible podía ser utilizado como base para los compuestos de plata en gelatina y, de este modo, se convirtió en el primer filme fotográfico práctico. El único defecto del celuloide era que, gracias a sus grupos nitrato, tenía la tendencia a quemarse con sorprendente rapidez, sobre todo cuando se hallaba en la forma de película fina.

La sustitución por grupos acetato (CH_3COO) de los grupos nitrato dio lugar a la formación de otro tipo de celulosa modificada, llamada "acetato de celulosa". Adecuadamente plastificada, tiene propiedades similares a las del celuloide, y además la ventaja de que se quema con mucha menor facilidad. El acetato de celulosa empezó a utilizarse inmediatamente antes de la Primera Guerra Mundial, y, después de la guerra, reemplazó completamente al celuloide en la fabricación de películas fotográficas y muchos otros objetos.

Posteriormente se descubre que cuando se calentaban conjuntamente los fenoles y aldehídos se obtenía como resultado una masa resinosa. sus recipientes de vidrio). El químico americano de origen belga Leo Hendrik Baekeland, (1909) experimentando con el formaldehído, halló que, en ciertas condiciones, la reacción podía dar lugar a una resina que, al seguir siendo calentada bajo presión, se convertía primero en un sólido blando, y luego en una sustancia dura e insoluble. Esta resina podía ser moldeada mientras era blanda y luego dejar que se endureciera y adoptara una forma permanente. O una vez dura, podía ser transformada en polvo, vertida en un molde o transformada en una pieza de forma determinada bajo la acción del calor y la presión. Podían moldearse formas muy complejas con

facilidad y rapidez. Además, el producto era inerte e inalterable por la mayoría de los agentes ambientales.

Baekeland denominó a su producto baquelita, inspirándose en su propio nombre. La baquelita pertenece a la clase de los plásticos "termoestables" que, una vez se han enfriado, no pueden ablandarse de nuevo mediante el calor (aunque, por supuesto, pueden ser destruidos por el calor intenso). Materiales tales como los derivados de la celulosa, que pueden ser convertidos reiteradas veces en materiales blandos, son llamados "termoplásticos". La baquelita tiene numerosos usos: como aislante, adhesivo, agente laminante, etc. Aun cuando es el más antiguo de los plásticos termoestables, producido en el laboratorio a partir de moléculas pequeñas, sigue siendo el más utilizado.

Más adelante, los químicos británicos descubrieron (década de 1930) que el gas etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), bajo la acción del calor y la temperatura, podía formar cadenas entre los átomos de carbono, se abre y se une a una molécula próxima. Cuando esto ocurre una y otra vez, se produce una molécula de cadena larga que se denominó "polietileno". Este polímero es impermeable al agua, muy resistente y flexible con propiedades aislantes eléctricas.

Después de la guerra, los químicos de la "Du Pont" produjeron un polímero, el "Teflón", de cadena larga cuya estructura, $\text{F}_2\text{CF}_2\text{CJ}_2\text{C}$ era similar a la del polietileno $\text{H}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}$. Los enlaces de carbono-flúor son más fuertes que los de carbono e hidrógeno y ofrecen menos oportunidad de interferencia del medio ambiente. De esta manera, El "Teflón" es insoluble en todo, no se moja con nada, es un aislante eléctrico extremadamente bueno y muy resistente al calor. Una aplicación conocida es un revestimiento de las sartenes, que permite que los alimentos sean fritos sin grasa ya que la grasa no se pega al polímero de fluorocarbonado que la repele".

Respondamos:

¿Por qué se afirma que el polímero del que más depende el ser humano es la celulosa?

¿De qué modo se modifica la celulosa y se le transforma en celuloide, y éste en acetato de celulosa? ¿Qué aplicaciones tiene cada uno de ellos?

¿Cómo se logró elaborar por vez primera la bakelita?

¿Qué diferencias químicas y de aplicaciones hay entre el polietileno y el teflón?

Veamos a continuación, algunas aplicaciones de los polímeros sintéticos en la **medicina**.

La introducción de los materiales plásticos en la medicina ha representado para el médico la adquisición de un poderoso auxiliar, y el paciente, tan familiarizado ya con los objetos plásticos, ha podido comprobar cómo ese material empieza a formar parte de su propio cuerpo en caso de alguna carencia o deficiencia física.

El instrumental médico de plástico es muy conocido. Seguramente conoces algunos como: jeringuillas, catéteres, equipos de inyección de sueros, recipientes de todas clases, entre muchos otros. Sin embargo, ese material tienen también otras aplicaciones mucho más especializadas y recientes que introducen la ciencia médica en una nueva era: la **sustitución de partes del organismo humano por plásticos**. En traumatología se implantan plásticos para reemplazar partes importantes del cuerpo que han sido destruidas, o que han sido extirpadas por la cirugía. El plástico se usa tanto para sustituir partes rígidas del cuerpo como blandas; algunas muy importantes, como del corazón y los grandes vasos (venas y arterias), son respuestas por este material.

Una reciente innovación en este campo es la fabricación de moldes de válvulas cardíacas de silicona. El molde se implanta en el cuerpo del paciente y al cabo de tres o cuatro meses se ha rellenado ya de tejido fibro-colágeno; es decir, el enfermo ha fabricado por sí mismo la válvula que sustituirá, en una segunda operación, la que funcionaba deficientemente.

¿Sabías que las pinturas y los adhesivos contienen plásticos?

En efecto, otra aplicación novedosa de los polímeros lo tenemos en las **pinturas plásticas**. Estos materiales consisten fundamentalmente en el pigmento que proporciona el color, las partículas plásticas (aseguran el pigmento y dan un acabado brillante) dispersas en el seno del agua u otro solvente (ej. aguarrás), que permite que la pintura resbale y sea fácil de usar. Cuando la pintura se extiende sobre una superficie, el agua u otro solvente se evapora y las partículas se unen y forman una película plástica que ya no puede volver a separarse en partículas por la acción del agua. Esto se debe a que el agua no es el disolvente de tales partículas, sino, simplemente, el portador de las mismas en suspensión.

Los monómeros más empleados son el butadieno y el estireno, que sólo sirven para interiores, pues son sensibles a la luz, y los ésteres acrílicos y vinílicos, que son estables a la luz y permeables al vapor de agua y al dióxido de carbono, por lo que permiten el intercambio de humedad entre la pared y el exterior.

Las pinturas plásticas son lavables, carecen de disolventes y no son nocivas ni combustibles. Presentan muchas ventajas frente a las otras pinturas: son más fáciles de pigmentar; más duras; impermeables al agua, pero permeables al vapor de agua, y ofrecen mayor resistencia a la luz, al envejecimiento, a la suciedad y a la descomposición.

Asimismo los adhesivos o pegantes fuertes están hechos de plásticos termoestables llamados resinas epóxicas. Pueden pegar metal, vidrio, porcelana y madera.

Por último, analicemos brevemente algunas aplicaciones de los polímeros en la **construcción**. Así, en este campo, los materiales plásticos no sólo han desplazado en parte a los materiales tradicionales, sino que, por sus excepcionales propiedades, ofrecen al arquitecto nuevas posibilidades en sus proyectos. Las propiedades más ventajosas en este campo son: poco peso; resistencia a la corrosión, a los agentes químicos y al roce; buen aislamiento contra el calor, el ruido y la electricidad; posibilidad casi ilimitada de coloración; estabilidad en las dimensiones, y cualidades mecánicas de gran variabilidad (flexibilidad, dureza y rigidez).

Las láminas de cloruro de polivinilo (PVC) se emplean en el acabado de suelos e impermeabilización de terrazas, piscinas y túneles; las de polietileno, en la protección de obras en construcción, y en la decoración de interiores se usan láminas vinílicas en vez de papel pintado o pintura. Las películas plásticas, a veces reforzadas con fibras textiles, han encontrado últimamente aplicación en la erección de pabellones portátiles, llamados hinchables, donde todo el apoyo que soporta la película es el aire interior sometido a una leve sobrepresión por medio de ventiladores.

Por otro lado, la moldeabilidad de los plásticos los hace ideales para la fabricación de perfiles para ventanas y puertas; se emplean también en el tendido de las redes de distribución de agua a presión y en la decoración de interiores (zócalos, asideros y pasamanos). Las piezas moldeadas de resina de poliéster, reforzada con fibra de vidrio, se usan en bañeras, lavabos, armarios y estantes. Se pueden introducir burbujas de gas carbónico CO_2 en los plásticos para convertirlos en espumas. Las espumas de poliuretano y polivinilo se usan en el aislamiento térmico y acústico de suelos, paredes, techos y cimientos; se inyecta en los espacios que hay entre las paredes exteriores de las casas y las conserva más calientes. El poliestireno, otra espuma rígida, se usa además para fabricar empaques. Las espumas flexibles se utilizan para fabricar cojines y colchones, así como en las esponjas para el aseo y en los rodillos para el pintado. La láminas delgadas de espuma flexible se usan ocasionalmente para revestir la ropa a fin de proporcionar mayor abrigo.

Ahora, te invitamos a responder las siguientes preguntas:

Como ejemplo, ¿qué representa para la medicina, la construcción y la industria de las pinturas la introducción de los polímeros sintéticos? Fundamenta tu respuesta.

¿Qué otras aplicaciones de los polímeros puedes encontrar en tus investigaciones?

4.2 PERSPECTIVAS DE LOS POLÍMEROS

¿Qué problemas acarrea el uso de los plásticos?

¿Qué perspectivas para el futuro tienen los materiales en base a macromoléculas sintéticas?

Un problema grave: la indestructibilidad del plástico.

Anualmente arrojamos millones de toneladas de plásticos en los basureros. Los plásticos quedan sepultados en los depósitos de basura junto con otros desechos; sin embargo, a diferencia de la madera y de los metales, los plásticos (incluyendo las fibras) se conservan en forma casi permanente pues no se descomponen. Así, valiosos recursos del petróleo se están derrochando.

De esta manera, entre el cúmulo de ventajas que ofrecen las materias plásticas existe un inconveniente importante –tanto, que se pensó en desechar su utilización– como consecuencia del conjunto de sus propiedades: los plásticos que conocemos hasta ahora, a diferencia de los materiales que han venido a sustituir, no se degradan y permanecen intactos por un tiempo que nos es desconocido. En la actualidad existen los primeros plásticos que se fabricaron, mientras que los demás materiales (madera, papel, vidrio, metales, etc.) tienen una vida más o menos larga, pero son perecederos: unos son descompuestos por las bacterias, otros oxidados por el agua, pero al cabo de un tiempo, que varía según el material, se convierten en materia mineral. No ocurría esto con los plásticos, de manera que se auguraba un oscuro porvenir para el globo terráqueo, que quedaría cubierto por una capa de objetos desechados de ese material.

Se han realizado múltiples trabajos de investigación con el objeto de encontrar una solución al problema que plantea la indestructibilidad del plástico. Las líneas principales pueden reducirse a dos: una, la búsqueda de la manera de destruir los materiales conocidos; otra, el intento de sintetizar alguno nuevo susceptible de ser atacado por los agentes naturales. Este segundo camino fue el que tomaron a partir de 1972 las investigaciones del profesor Gerald Scott, de la Universidad de Aston, en Birmingham, quien había de ser el primero en dar una solución al problema.

¿Cómo se elabora un plástico degradable?

Lo que hace del plástico una materia indestructible es su propia estructura química. El tamaño de las moléculas de los polímeros es tan grande que son muy pocas las reacciones químicas en las que intervienen. Por tanto, se trata de romper el polímero y reducirlo a unidades moleculares más pequeñas para que pueda sufrir los mismos ataques que el resto de la materia orgánica. Esta ruptura se ha conseguido mediante la adición a la materia plástica de ciertas sustancias cuya presencia facilita la degradación del polímero por medio de la luz solar. Los aditivos empleados, generalmente ditiocarbamatos de metales de transición, se incorporaron al plástico durante su fabricación.

Una vez conseguida la síntesis del plástico degradable, es necesario que la degradación se produzca en el momento preciso. Esta consiste en un proceso que se desarrolla en el tiempo y que se puede dividir en tres etapas:

- La primera, llamada período de inducción, es aquella durante la cual el plástico debe cumplir la función para la que ha sido concebido, conservando todas sus propiedades originales. Durante esta etapa, un plástico degradable es difícilmente diferenciable de otro que no lo sea. No es tóxico, es algo más estable al calor, y, si su período de inducción es suficientemente largo, también puede sufrir, después de su utilización, un segundo proceso de manufactura, como ocurre actualmente con algunos plásticos no degradables, con el fin de que sean útiles varias veces.

La duración de esta etapa dependerá del uso que se dé al plástico. No es necesario el mismo período de inducción para una bolsa destinada a contener abonos que para un envase de uso

doméstico. La bolsa de abonos estará expuesta al sol mucho más tiempo, antes de su utilización, que un envase para líquidos que sólo recibe la luz difusa que puede haber en el interior de un hogar. La dosificación de los aditivos regula la duración del período de inducción. Por tanto, lo más práctico será efectuar la adición, no durante el proceso de fabricación del material plástico, sino en el momento de manufacturar la bolsa o el envase, que es cuando se sabe positivamente el uso que se le va a dar.

Aunque se conozca con antelación la duración deseada del período de inducción de un objeto de plástico, puede ocurrir que el tiempo de utilización de este objeto se prolongue más de lo previsto. A tal efecto, se ha ideado un sistema de alarma mediante el cual el propio plástico "avisa" que el momento de su degradación se aproxima. Afortunadamente, las reacciones químicas que conducen a la destrucción de estos materiales llevan, también, a la decoloración de ciertos pigmentos fotosensibles, como los carotenoides. El problema se reduce, pues a utilizar simultáneamente los aditivos que harán degradable el plástico y alguno de esos pigmentos. Así, en el momento en que un envase se decolore sabremos que su fin está próximo y que hay que utilizar su contenido o introducirlo en otro recipiente.

- La segunda etapa de la vida de un plástico degradable es la rotura del polímero por acción de la luz solar. La reacción química que se produce es, fundamentalmente, una oxidación. A medida que ésta progresa, el plástico va cambiando su aspecto físico y su estructura química. Puede observarse que el plástico se rompe y que a medida que pasa el tiempo los fragmentos son cada vez más pequeños hasta convertirse en polvo. Este es más denso que el agua, por tanto se hunde en ella. En el aspecto químico, la oxidación va rompiendo la cadena del polímero de los fragmentos es de 5 000 a 15 000 , según el plástico.
- Una vez alcanzado este punto termina la fotodegradación y empieza la tercera etapa de la vida del plástico: la biodegradación. En efecto, las unidades moleculares que ahora existen pueden sufrir una degradación bioquímica, debido a los microorganismos existentes en la Naturaleza, similar a la que experimentan las sustancias orgánicas más simples, como la celulosa. Los productos finales de este proceso son dióxido de carbono y agua, que se incorporan rápidamente a sus ciclos naturales. Desde el punto de vista de la contaminación, difícilmente se podrían encontrar dos sustancias químicas más inofensivas que éstas.

En un futuro próximo, se prevé una amplia difusión de los plásticos degradables, en la mayor parte de los casos en sustitución de los materiales antiguos. La ciencia y la técnica han puesto punto final al problema de los plásticos que ellas mismas habían creado hace relativamente poco tiempo, pero que ya había adquirido proporciones alarmantes.

Así pues, el desarrollo que ha experimentado la tecnología en los últimos decenios es tan espectacular que, posiblemente, cualquier pronóstico corre el riesgo de resultar insuficiente. Uno de los factores más importantes para el progreso técnico es el perfeccionamiento de los materiales. Los nuevos materiales producidos por la industria química han permitido al hombre logros que con los materiales disponibles a principios del siglo xx hubieran sido imposibles. Los aceites de silicona, por ejemplo, mantienen sus propiedades entre 200°C y 60°C bajo cero, y se aplican con éxito como lubricantes, aislantes y anticongelantes; sin embargo, no hay que descartar la idea de que se obtengan nuevos derivados que aún presenten mayor intervalo de resistencia a la temperatura o alguna propiedad de la que carecen las sustancias orgánicas normales.

Respondamos:

¿Qué consecuencias acarrea la indestructibilidad de los plásticos?

¿Qué alternativas se han propuesto frente al problema formulado anteriormente?

¿Cómo se elabora un plástico degradable?

¿Qué se prevé en un futuro próximo para la tecnología de los plásticos?

AUTOEVALUACION

1. ¿Qué afirmaciones corresponden a las macromoléculas?

- I. Contienen decenas de miles de átomos.
 - II. Componen la mayoría de las cosas inanimadas de nuestro mundo.
 - III. Sus propiedades son similares a las de los átomos que las constituyen.
 - IV. Tienen pesos moleculares muy elevados.
 - V. Son gases, líquidos o sólidos cristalinos.
- A) Sólo I, II y IV. D) Todas, excepto II.
B) Todas, excepto V. E) Todas corresponden.
C) Sólo I y IV.

2. Son polímeros naturales:

- A) Almidón y nylon. D) Bakelita y celulosa.
B) Rayón y caucho. E) Proteínas y ácidos nucleicos.
C) Polietileno y polipropileno.

3. ¿Qué afirmación no corresponde a los polímeros?

- A) Elevada masa molecular.
B) Constituidos por unidades denominadas monómeros.
C) Constan de cadenas carbonadas muy largas.
D) Son atacables por la mayoría de ácidos y bases.
E) Sometidos a la acción del calor se ablandan.

4. Sobre la formación de las macromoléculas podemos afirmar:

- I. Da lugar a estructuras lineales y ramificadas.
- II. El carbono es uno de los elementos estructurales esenciales.
- III. Intervienen las propiedades de tetravalencia y de autosaturación del carbono.
- IV. Origina estructuras con enlaces cruzados.
- V. Intervienen la mayoría de los elementos químicos.

Son afirmaciones verdaderas:

- A) Sólo I, III y IV. D) Todas, excepto II.
B) Todas, excepto V. E) Todas.
C) Sólo II y III.

5. Para la fabricación del nylon se requiere:

- A) Alcohol etanodiol y ácido hexanodioico.
B) Sustituir hidrógenos del etileno por átomos de cloro.
C) Como reacciones iniciales la producida por formol y úrea.
D) Agregar azufre al caucho natural.
E) Todas las anteriores.

6. Si se sustituye dos átomos de hidrógeno en el etileno por átomos de cloro, obtenemos:

- A) Polietileno. D) Acetato de celulosa.
B) Cloruro de vinilo. E) Polipropileno.
C) Bakelita.

7. ¿Qué afirmación es correcta?

- A) El nylon y la bakelita se obtienen mediante polimerización por adición.
B) Se obtiene PVC a partir del hexanodioico y del etanodiol.
C) El metanal y el fenol son los insumos iniciales en la obtención de la bakelita.
D) El etileno y el cloro por polimerización originan el nylon.
E) El polietileno es un ejemplo de polimerización por adición.

8. Sobre la vulcanización, afirmamos:

- A) Es el resultado de añadir azufre al caucho natural.
- B) Permite que el caucho se mantenga suave y elástico.
- C) Produce una sustancia aislante, impermeable e inoxidable.
- D) El azufre forma enlaces cruzados entre las cadenas de hidrocarburos.
- E) Todas las anteriores.

9. En la naturaleza los biopolímeros que cumplen funciones estructurales, energéticas y de almacenamiento de información biológica son, respectivamente:

- A) Glúcidos, proteínas y polisacáridos.
- B) Proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos.
- C) Celulosa, almidón y nucleótidos.
- D) Acetato de celulosa, glucógeno y proteínas.
- E) B y C.

10. ¿Qué afirmación no corresponde a los plásticos?

- A) Sustancias orgánicas que pueden ablandarse y moldearse por el calor.
- B) Polímeros de elevado peso molecular que se vuelven quebradizos.
- C) En alguna fase de su fabricación tienen propiedades fluidas.
- D) Resultan de la condensación o adición de monómeros.
- E) Se fabrican en base a moléculas de bajo peso molecular.

11. Relaciona las dos columnas y elige la secuencia correcta:

- 1. Termoplásticos. () Se ablandan por el calor.
 - 2. Termoestables. () No es influido por el calor.
() Elaborados por polimerización de adición.
() Obtenidos mediante polimerización por condensación.
() Son ejemplos la bakelita y el teflón.
() Son ejemplos el polietileno y el polivinilo.
- A) 1, 2, 1, 2, 2, 1 D) 1, 2, 1, 2, 2, 2
B) 2, 1, 2, 1, 1, 2 E) 2, 2, 2, 1, 2, 1
C) 1, 1, 1, 2, 2, 2

12. En el revestimiento de las sartenes, que permite que los alimentos sean fritos sin grasa; ya que la grasa no se pega al polímero de fluorocarbonado que la repele, se emplea:

- A) Polietileno. D) Teflón.
- B) Polipropileno. E) Cloruro de polivinilo.
- C) Bakelita.

13. Sobre las fibras textiles, podemos afirmar:

- I. Las de origen vegetal están formadas principalmente por proteínas.
- II. La lana y la seda están constituidas por celulosa.
- III. Muchas fibras sintéticas se obtienen a partir de los derivados del petróleo y carbón.
- IV. Son importantes fibras naturales el orlón, dacrón y nylon.
- V. El nylon es la fibra sintética de menor elasticidad y resistencia.

Son afirmaciones verdaderas:

- A) Todas, excepto V. D) Todas, excepto III.
- B) Sólo III. E) Sólo IV y V.
- C) III y IV.

14. ¿Qué afirmación es incorrecta?

- A) El polímero del que más depende el ser humano es la celulosa.
- B) En el futuro se prevé una amplia difusión de los plásticos degradables.
- C) La celulosa es materia prima para la elaboración de macromoléculas.
- D) Los nuevos materiales de mayor aplicación son los polímeros sintéticos.
- E) El polietileno es permeable al agua y poco resistente a los agentes químicos.

GLOSARIO

ABRASIÓN. Desgaste por fricción.

ACRÍLICO. Nombre dado a un grupo de sintéticos cuyas unidades básicas o monómeros contienen ácido acrílico ($C_3H_4O_2$) o sus derivados. Entre los materiales acrílicos se incluyen fibras sintéticas como el acrilán y el orlón, y plásticos como el lucite y el plexiglás.

CADENA NO RAMIFICADA DE MOLÉCULAS. Molécula gigante cuyos componentes se alinean en fila; se le llama también cadena molecular recta.

CADENA RAMIFICADA DE MOLÉCULAS. Polímero de moléculas enlazadas linealmente, por ejemplo, en una cadena recta, pero con monómeros adicionales adheridos en ángulo a la cadena básica que forman ramificaciones cortas. Los materiales hechos de cadenas ramificadas de moléculas son, por lo general, menos densos, más flexibles y menos resistentes al calor que los hechos con cadenas no ramificadas.

CATALIZADOR. Sustancia que acelera ciertas reacciones químicas, pero que después no aparece en el producto de tales reacciones. Aunque los catalizadores entran temporalmente en algunas reacciones, salen de ellas sin cambio alguno.

COPOLÍMEROS. Molécula gigante compuesta de dos o más monómeros químicamente diferentes.

ELÁSTOMERO. Sustancia que al estirarse regresa a su forma original, como, el caucho natural y sintético. Tienen un amplio intervalo de alargamiento reversible casi instantáneo y, aunque blandos y deformables con facilidad, se endurecen apreciablemente cuando se les estira.

FLUOROCARBONO. Sustancia compuesta mayormente de carbono y flúor. Los fluorocarbonos son análogos a los hidrocarburos, sólo que en ellos los átomos de flúor sustituyen a los de hidrógeno. Tales compuestos son mucho más fuertes y resistentes al calor que los hidrocarburos. El teflón, revestimiento aplicado a utensilios de cocina, es un fluorocarbono.

MOLÉCULA DE ENLACE CRUZADO. Estructura molecular en la que las cadenas poliméricas adyacentes están unidas por cadenas moleculares cortas. El enlace cruzado, a veces llamado también "estructura de red", aumenta la fuerza y la resistencia al calor de una sustancia, pero la hace más rígida y, por lo tanto, más difícil de trabajar. Crea una molécula simple inmensa. La baquelita es un polímero de enlace cruzado.

MOLÉCULA SATURADA. Molécula en que todos los enlaces de todos los átomos de la cadena principal ("espinas dorsales") de la molécula tienen otro átomo.

PLÁSTICO REFORZADO. Materiales sintéticos mezclados o laminados con otros materiales para lograr una mayor resistencia. Ciertos plásticos de poliésteres, por ejemplo, se refuerzan con fibra de vidrio y así se les emplea en quillas de botes o carrocerías de autos; el compuesto resultante suele ser más ligero que el aluminio y más fuerte que el acero.

PLÁSTICO VINÍLICO. Cualquier plástico cuyas moléculas estén formadas por unidades de vinilo; es decir, unidades o monómeros cuyos dos últimos átomos de carbono de cada extremo están conectados por un enlace doble ($C=C$) en vez de estarlo por uno sencillo ($C-C$). Debido a que uno de estos enlaces puede romperse y formar un nuevo enlace con otra unidad, las moléculas de vinilo casi no tienen paralelo para formar bloques de construcción.

POLIAMIDA. Nomenclatura de las diversas especies de nylon cuyas moléculas se caracterizan por tener grupos repetidos periódicamente de carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno ($-CONH-$), en una disposición llamada amida.

POLICARBONATO. Plástico en el cual la disposición física de los átomos de carbono y de oxígeno en

un agrupamiento especial (-OCOO-) es tal que el producto resultante aúna las cualidades de transparencia, resistencia a la temperatura, no conductibilidad eléctrica, rigidez y gran fuerza.

POLIÉSTER. Grupo grande de compuestos sintéticos producido por la combinación de ciertos tipos de ácidos y alcoholes. De algunos poliésteres se hacen fibras, como el Dacrón y el Kodel.

PLÁSTICO. Cualquier sustancia orgánica que se reblandece al calentarla, y que, en estas condiciones, puede moldearse; por lo general, es un alto polímero. Son muy deformables (100 a 200%) en especial a elevadas temperaturas.

RESINA. Sustancia orgánica sólida, o "semi-sólida", de origen natural o sintético, de elevado peso molecular, con punto de fusión no definido y con estructura amorfa preponderante.

SILICONAS. Familia de materiales sintéticos basada en el silicio y el oxígeno, elementos simples. Por su estructura molecular -un espinazo compuesto de átomos de silicio y oxígeno, alternados usualmente con átomos asociados de carbono- muchas siliconas tienen la característica de resistir temperaturas muy altas, lo que las hace útiles, entre otras cosas, como lubricantes de motores de aviones jet.

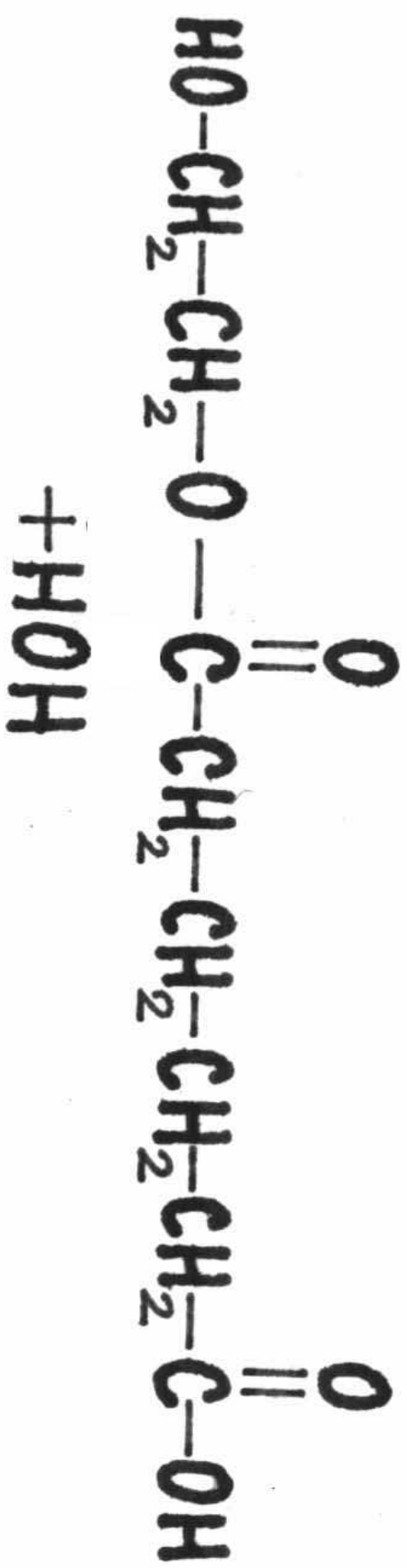
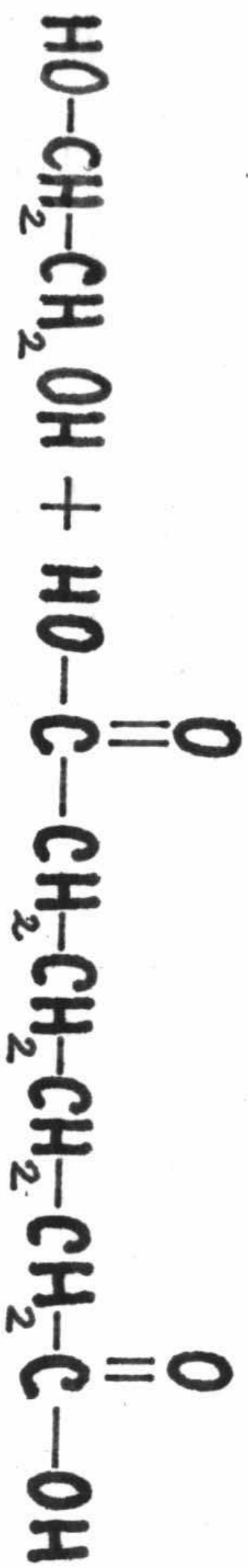
VULCANIZACIÓN. Proceso por el cual se combinan químicamente el azufre y el caucho para quitar al caucho la tendencia a volverse pegajoso con el calor y quebradizo con el frío.

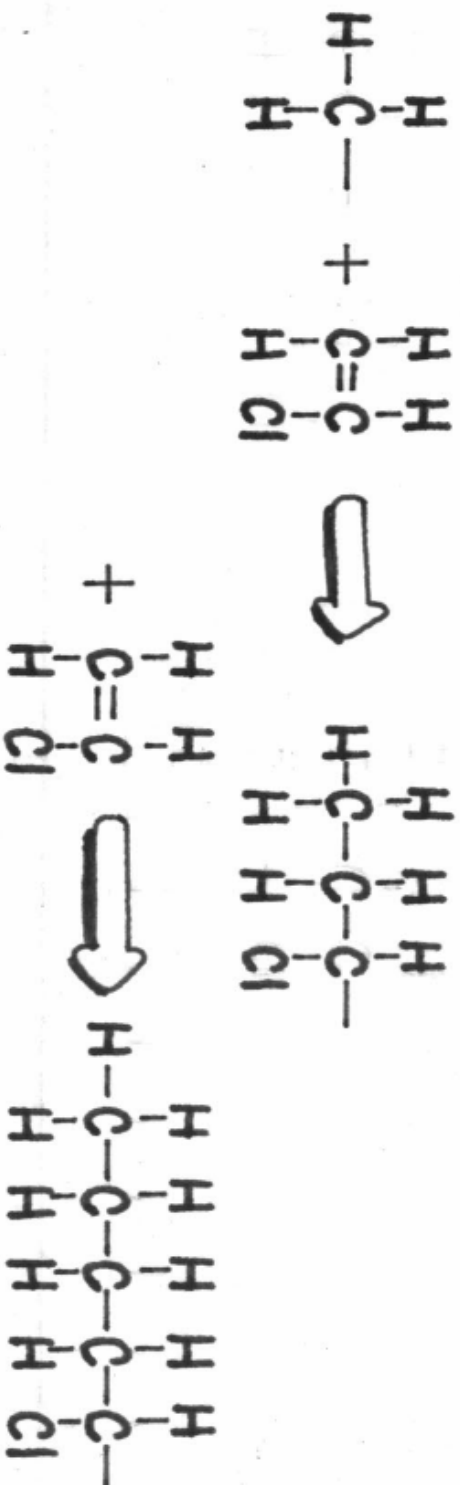
BIBLIOGRAFÍA

- MELVILLE, HARRY. *Macromoléculas*. Zaragoza. España: Editorial Acribia, 1982
- SALVAT, MANUEL. *Nuevos productos químicos*. Barcelona: Salvat Editores, 1975.
- ASIMOV, ISAAC. *Introducción a las Ciencias*. Barcelona: Editorial Orbis, 1986.
- RUDOLPH, JOACHIM. *El libro de la Química Moderna*. Barcelona: Editorial Omega, 1983.
- DAUB, G. WILLIAM & SEESE, WILLIAM S. *Química*. Mexico: Editorial Prentice-Hall, 1996.
- BURNS, RALPH A. *Fundamentos de Química*. Mexico: Editorial Prentice-Hall, 1995.
- HEIN, MORRIS. *Química*. Mexico: Editorial Interamericana, 1995.

CLAVES

- | | |
|------|-------|
| 1. C | 8. E |
| 2. E | 9. B |
| 3. D | 10. B |
| 4. B | 11. A |
| 5. A | 12. D |
| 6. B | 13. B |
| 7. C | 14. E |





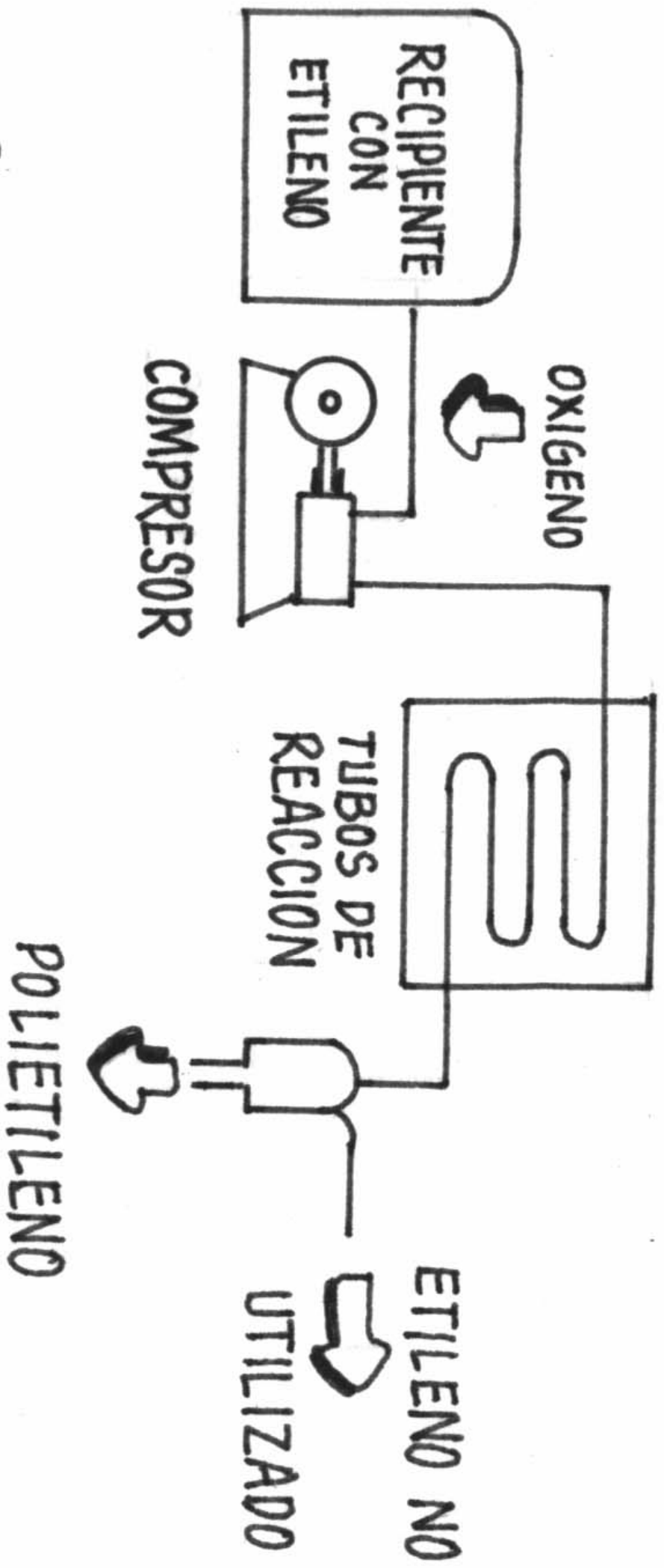
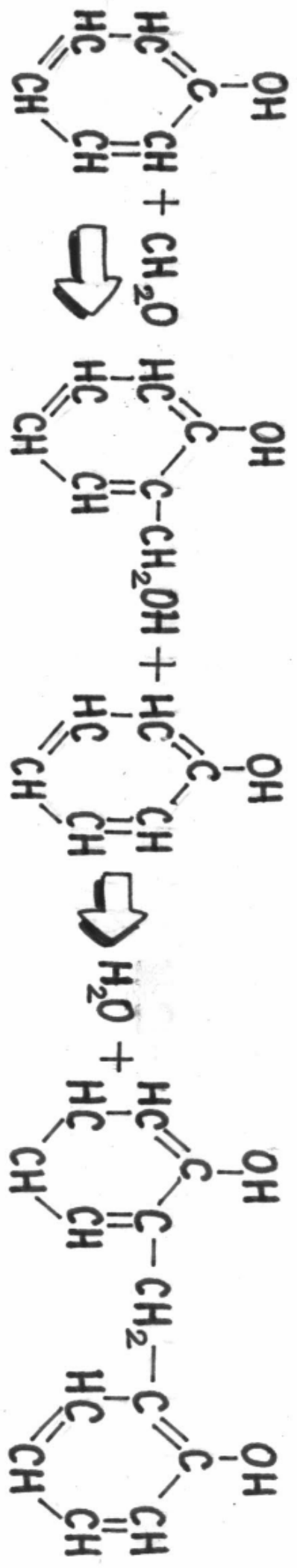


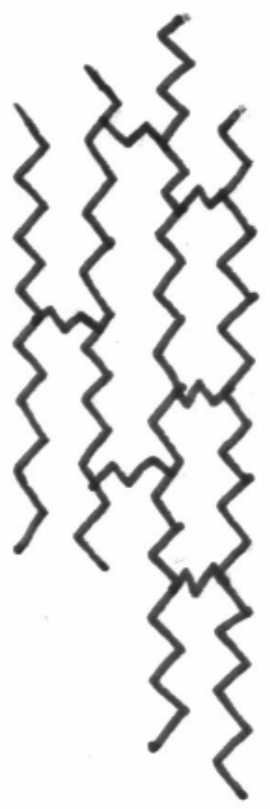
FIG. ① - DIAGRAMA DEL PROCESO DE POLIMERIZACION DEL ETILENO .

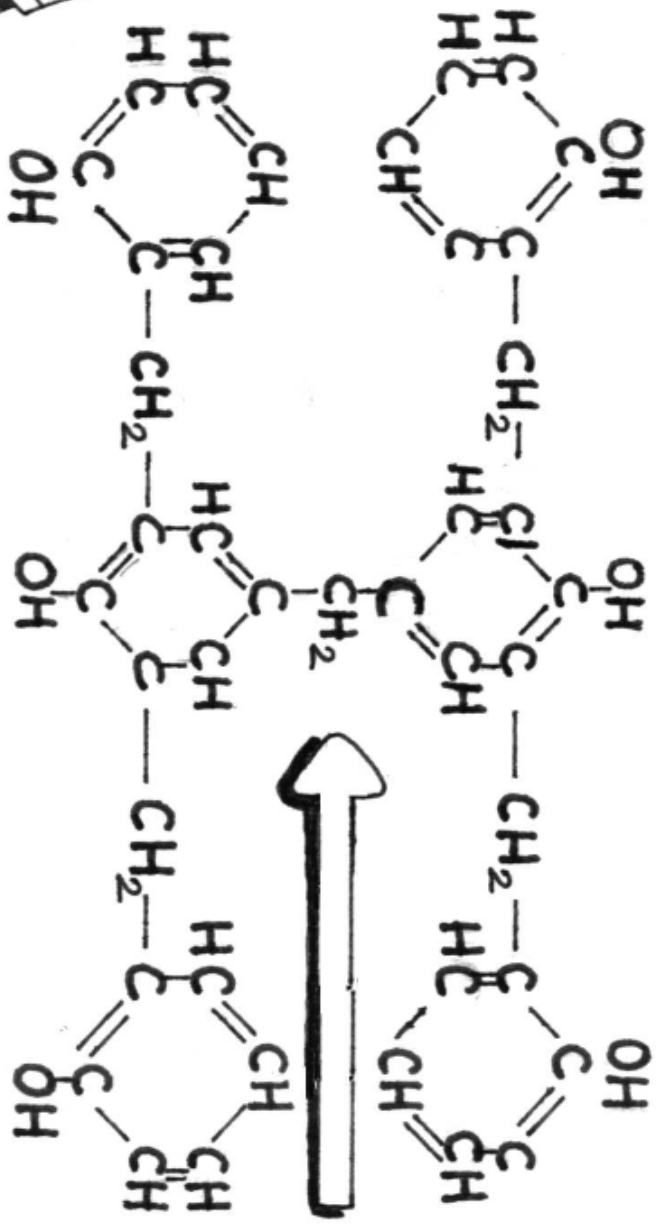


A

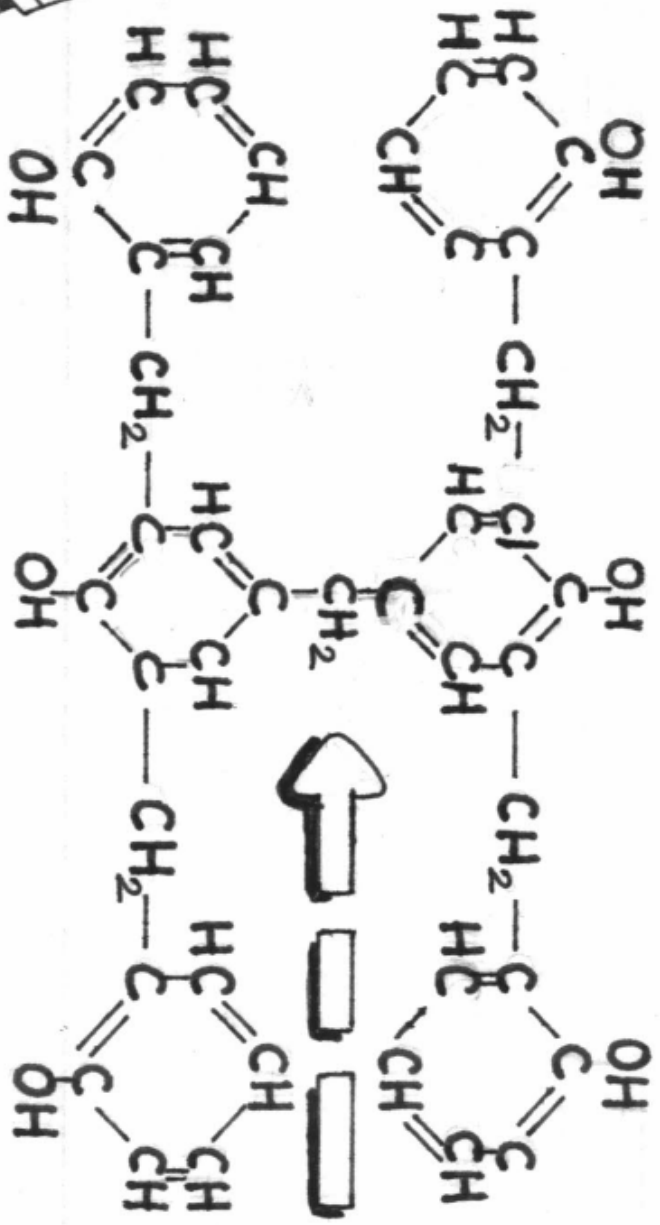


B





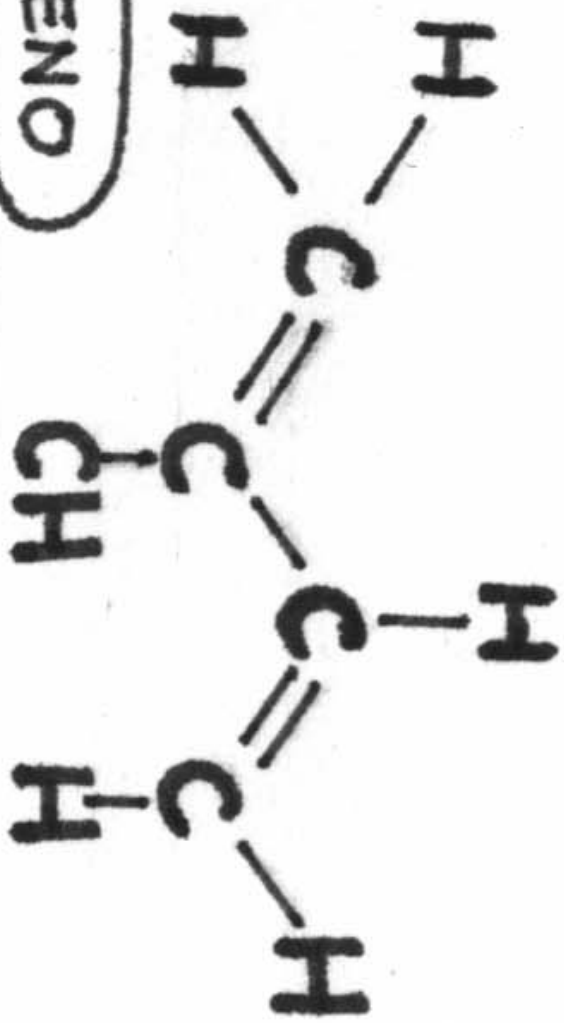
ENLACE
CRUZADO
FORMADO
A PARTIR
DE UNA
MOLECULA
DE
FORMALDEHIDO



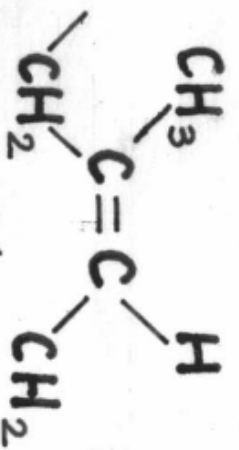
ENLACE
CRUZADO
FORMADO
A PARTIR
DE UNA
MOLECULA
DE
FORMALDEHIDO



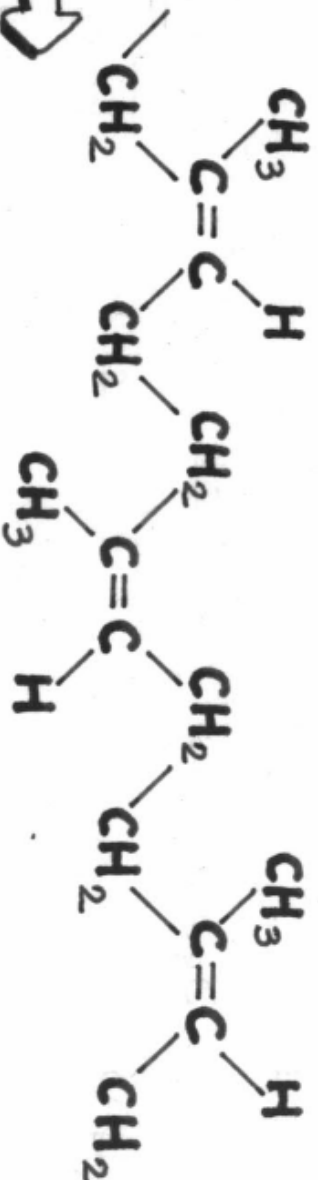
ISOPRENO



RESTOS ISOPRÉNICOS DEL CAUCHO NATURAL.

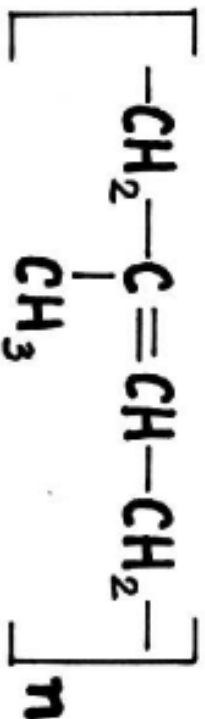
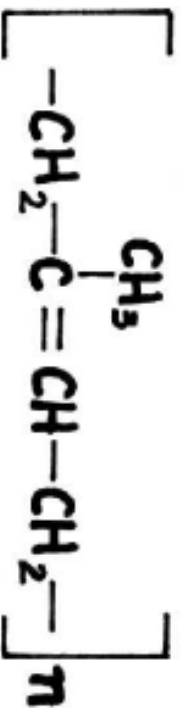


UN FRAGMENTO DE MACROMOLECULA DEL CAUCHO EN LA QUE SE VEN TRES RESTOS ISOPRÉNICOS.

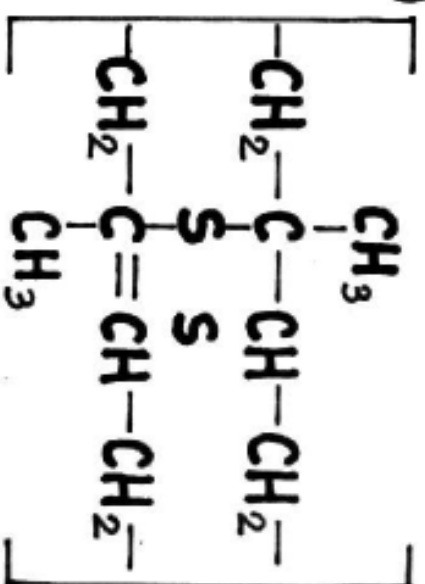


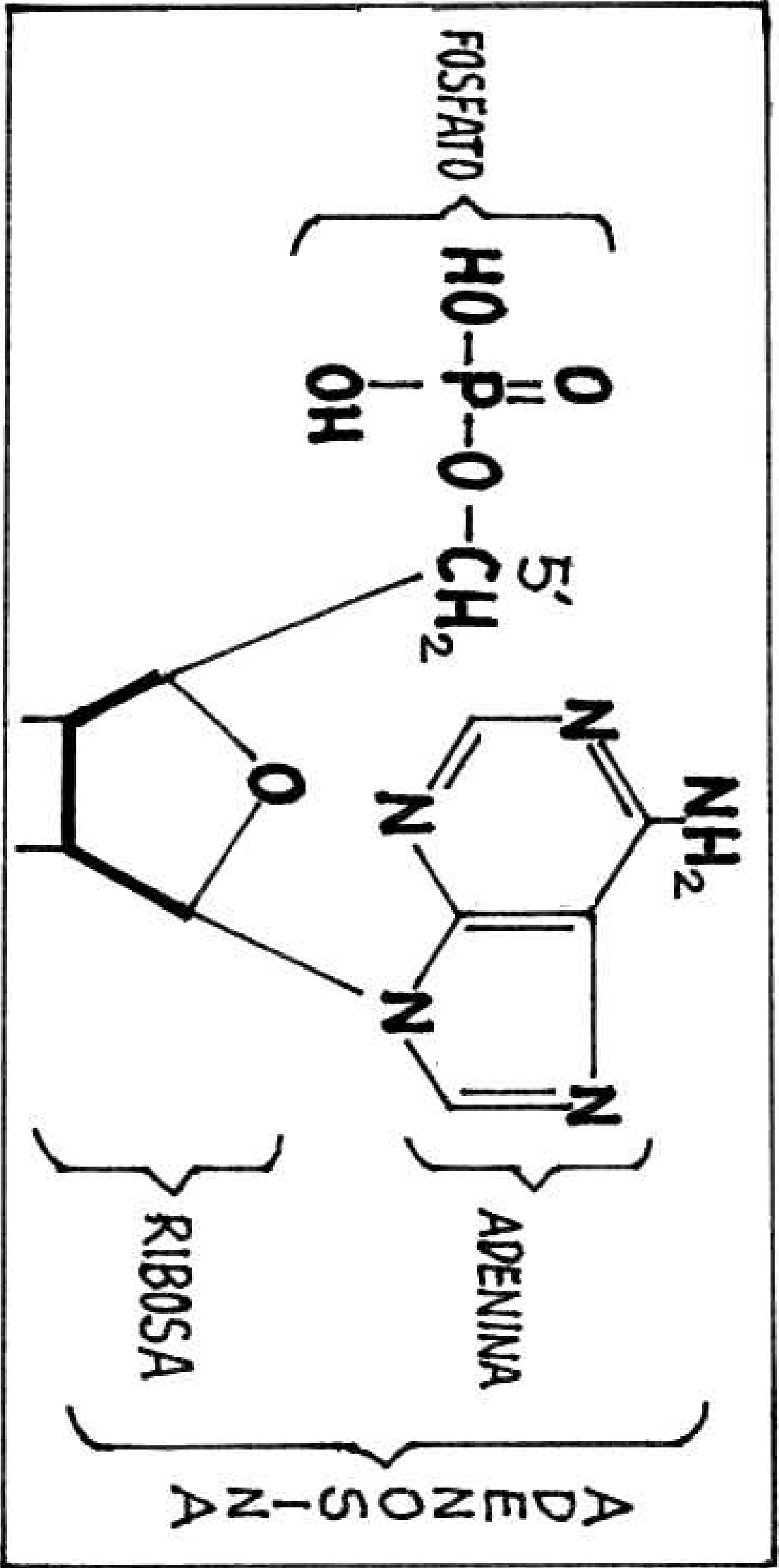


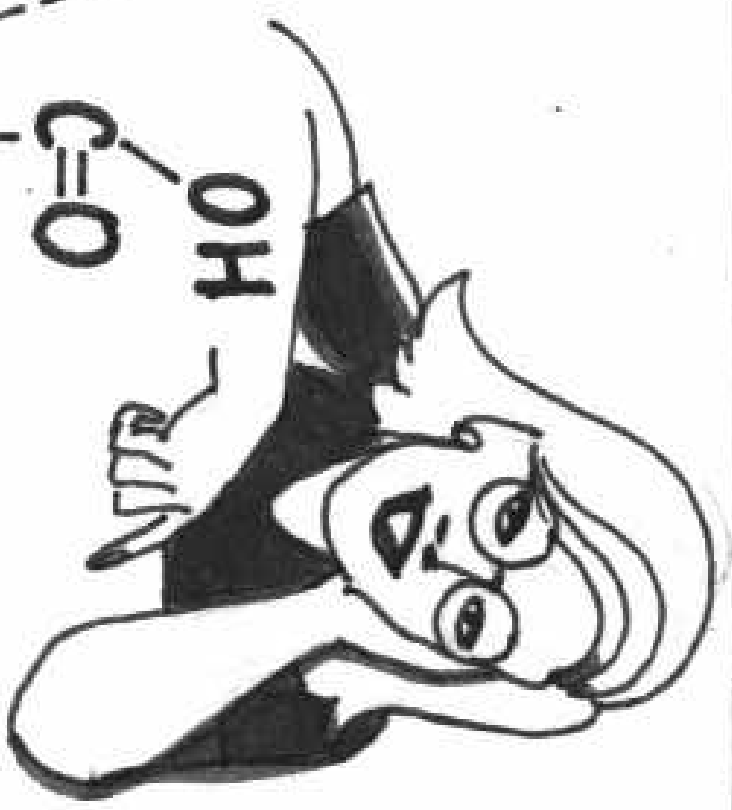
CAUCHO
NATURAL



CAUCHO
VULCANIZADO

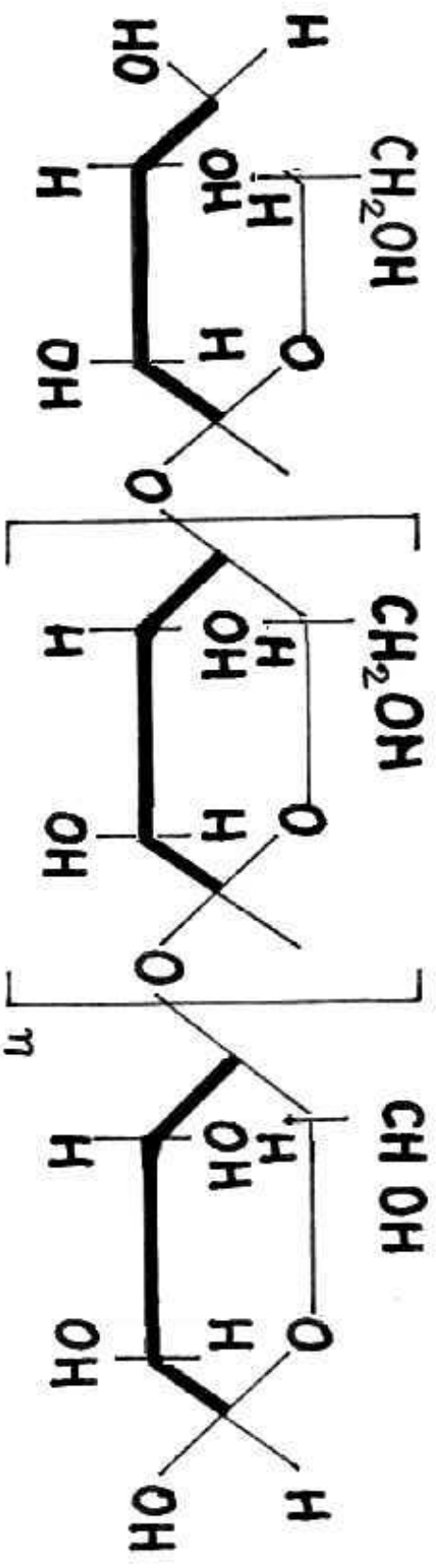


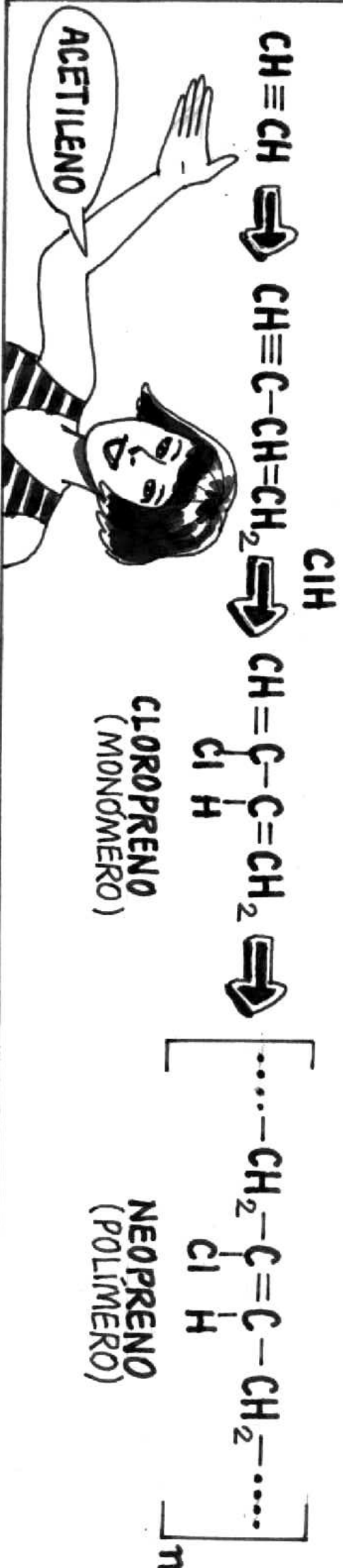


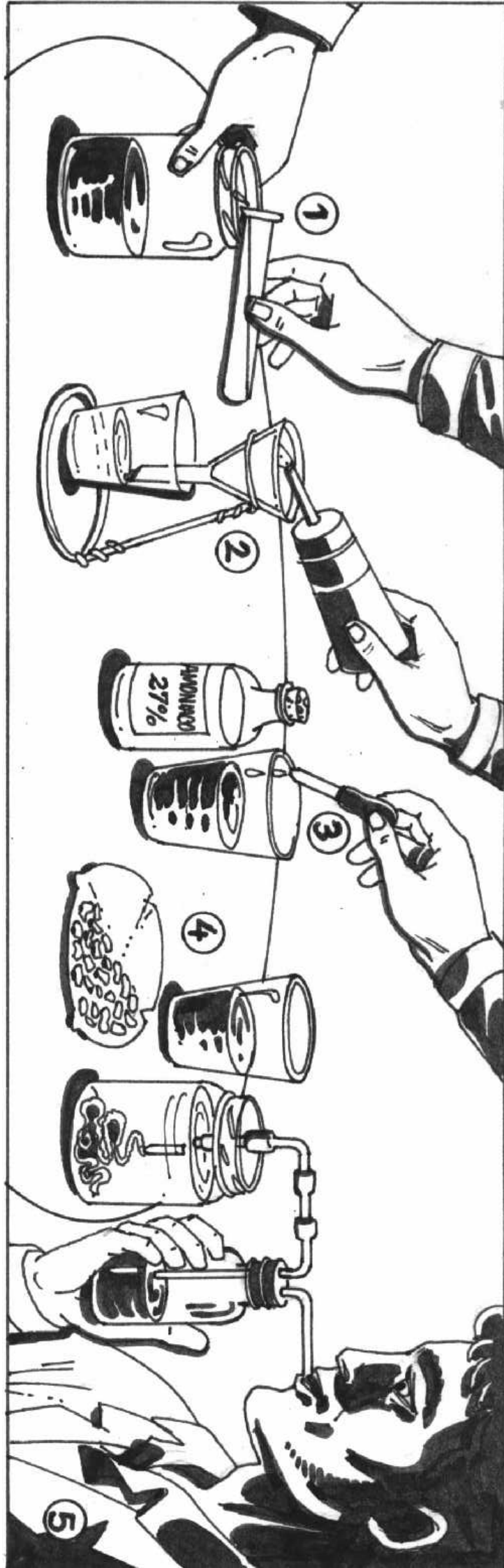


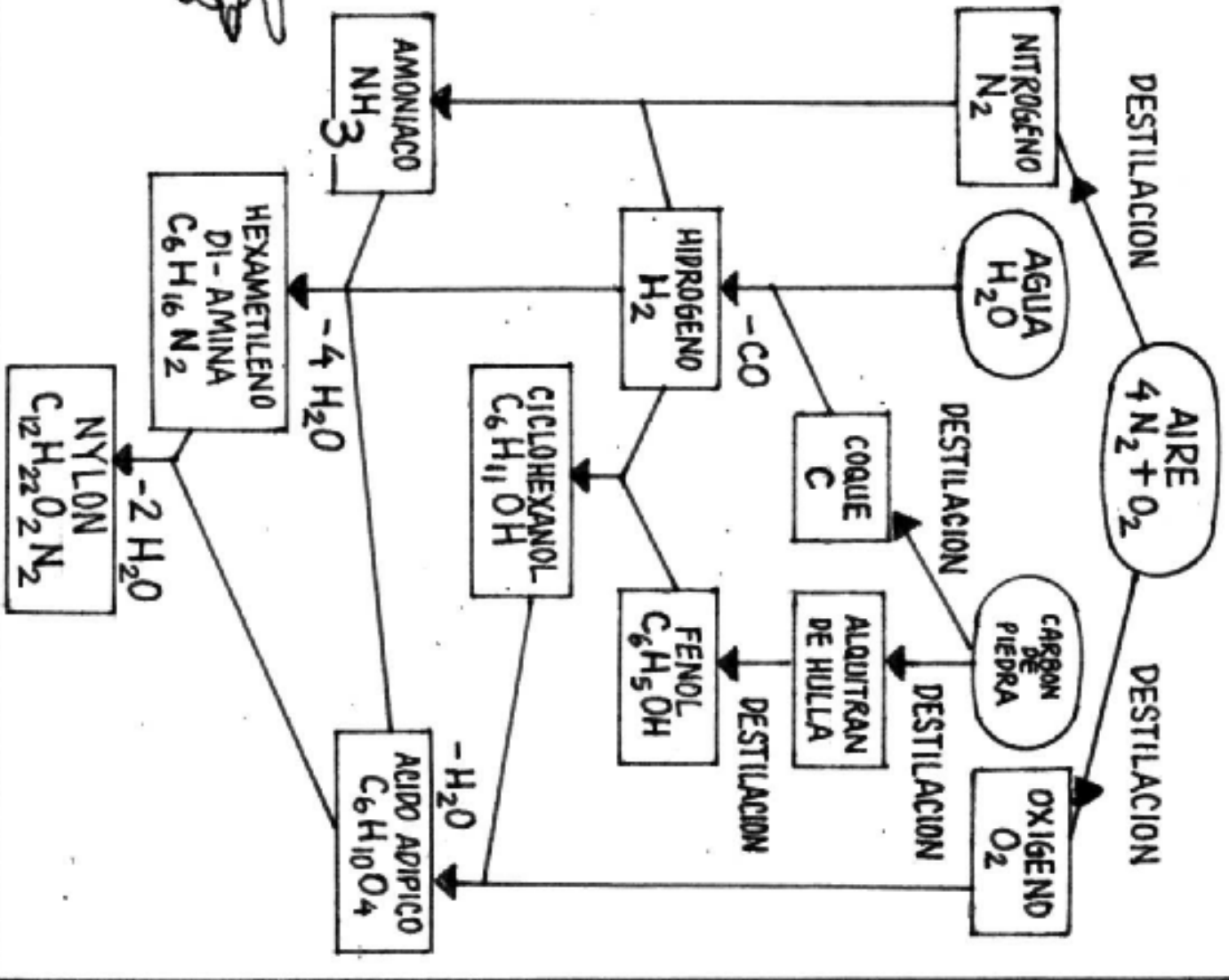
2 AMINOACIDOS

PÉPTIDO

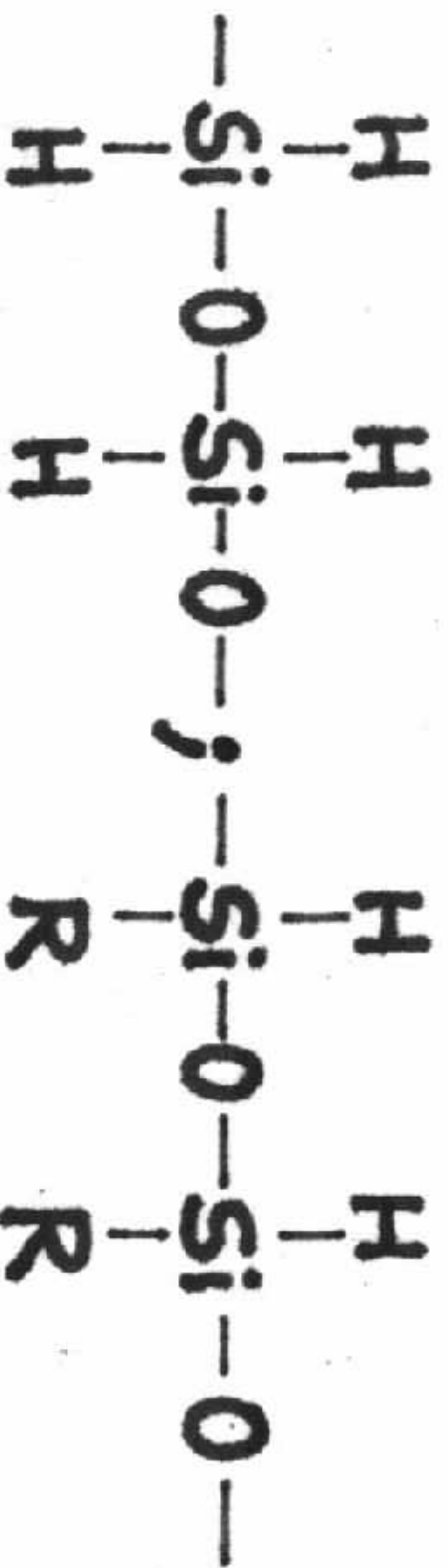








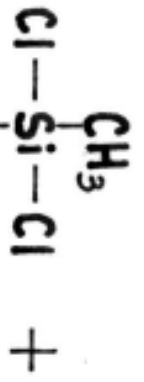
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS PROCESOS SEGUIDOS EN LA FABRICACION DEL NYLON.



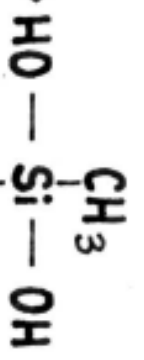
SILOXANOS



DIMETILSILANOL



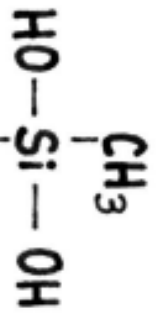
DICLORODIMETIL
SILANO



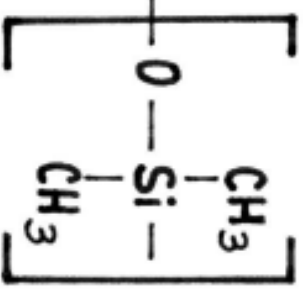
DIMETILSILANOL



SILICONA



DIMETILSILANOL



SILICONA

