

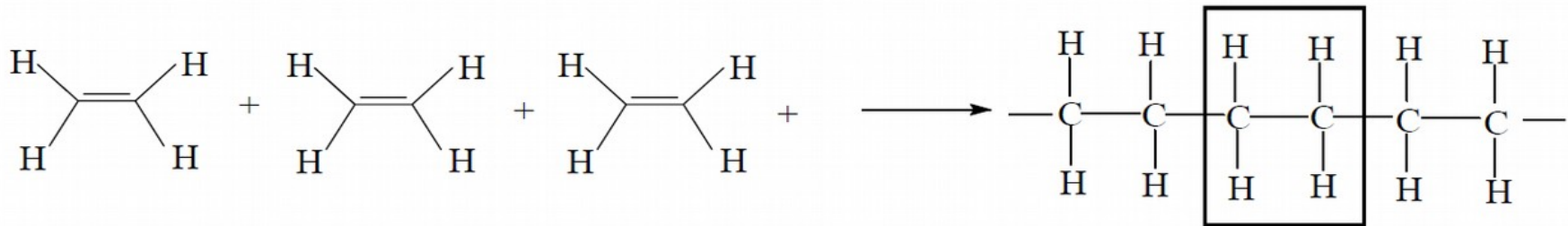
# Polímeros sintéticos

1. ¿Qué son los polímeros?
2. Clasificación según su composición
3. Clasificación por su origen
4. Clasificación según su estructura
5. Clasificación por su comportamiento frente al calor
6. Clasificación según la reacción de polimerización:
  - a) Por reacción en cadena (o adición)
  - b) Por crecimiento en pasos (o condensación)
7. Propiedades físicas generales de los polímeros
8. Usos de los polímeros
  - a) Polímeros de adición
  - b) Polímeros de condensación
9. Breve historia de los polímeros
10. Bibliografía

# 1. ¿Qué son los polímeros?

**Polímeros:** del griego **Polys** (muchos) + **meros** (parte)

Molécula muy grande (macromolécula) constituida por la unión repetida de muchas unidades moleculares pequeñas (**monómeros**), generalmente orgánicas, unidas entre si por enlaces covalentes y que se formó por reacciones de polimerización.



monómeros de etileno

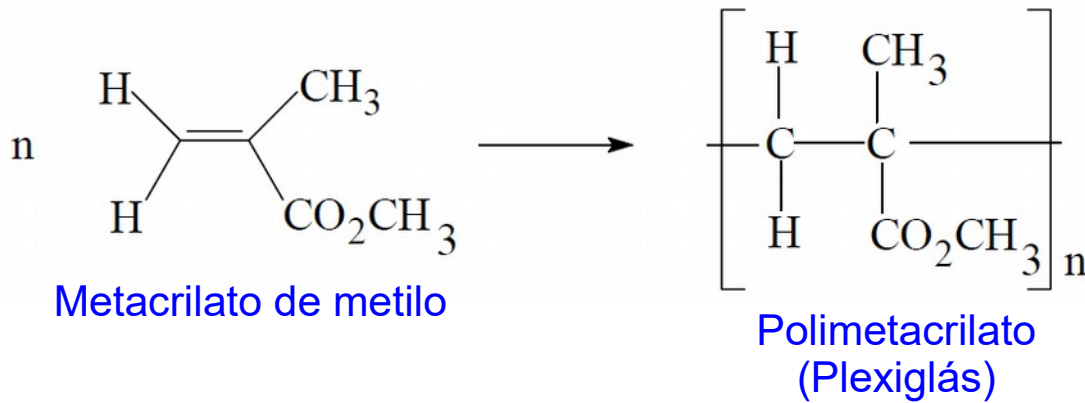
Polietileno (PE)

La unidad estructural que se repite a lo largo de la cadena polimérica se denomina **unidad repetitiva**.



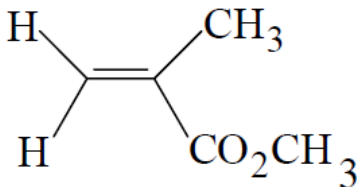
## 2. Clasificación según su composición

a) **Homopolímeros:** Formados a partir de un solo tipo de monómero.

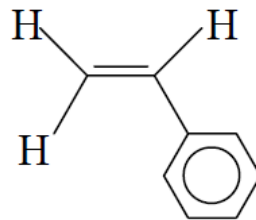


b) **Heteropolímeros:** Formados por dos o más monómeros distintos. Cuando están formados solo por dos tipos de monómeros, reciben el nombre de **copolímeros**.

Ejemplo con 2 monómeros:

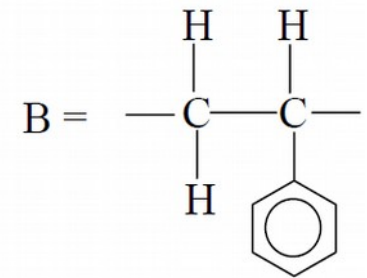
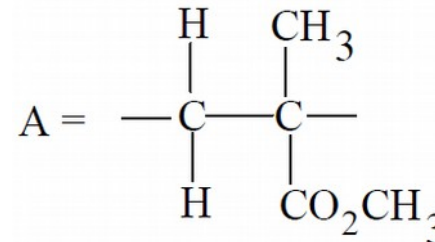


Metacrilato de metilo



Estireno

Unidades repetitivas:



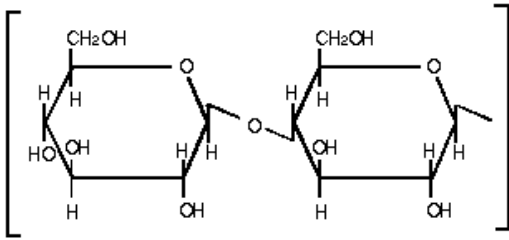
Estas unidades repetitivas pueden distribuirse de distinta manera a lo largo de la cadena del polímero:

- Al azar: ABBABAABA...
- Alternada: ABABAB...
- En bloque: AABBBAAABBB...
- Etc.

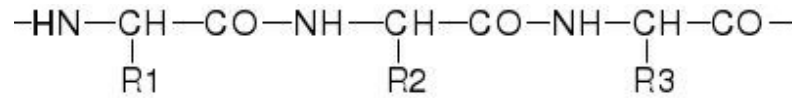


### 3. Clasificación por su origen

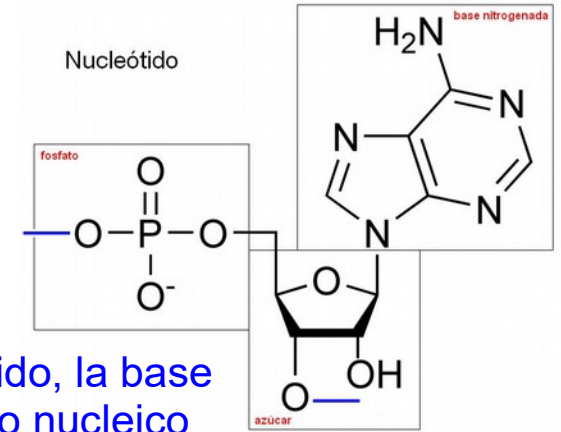
a) **Polímeros naturales:** Polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos, caucho, lignina, etc.



Celulosa, a base de glucosa



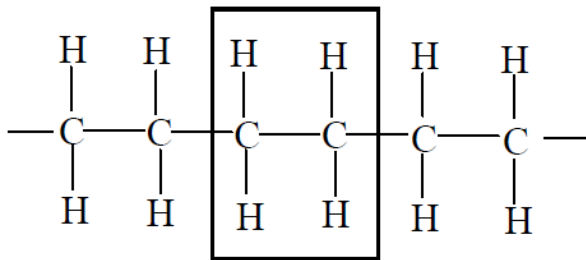
Enlaces peptídicos en una proteína



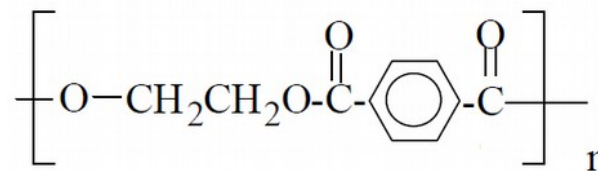
Nucleótido, la base del ácido nucleico

b) **Polímeros semisintéticos:** Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Ejemplo: caucho vulcanizado, etc.

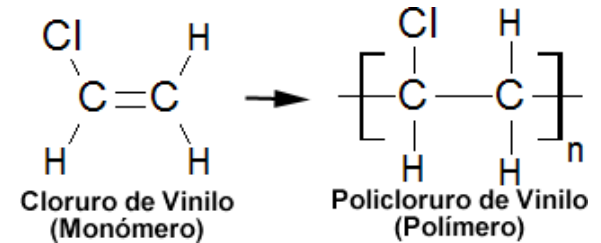
c) **Polímeros sintéticos:** Se obtienen industrialmente. Ejemplos: nailon, poliestireno, PVC, polietileno, etc.



Polietileno (PE)



Poliéster

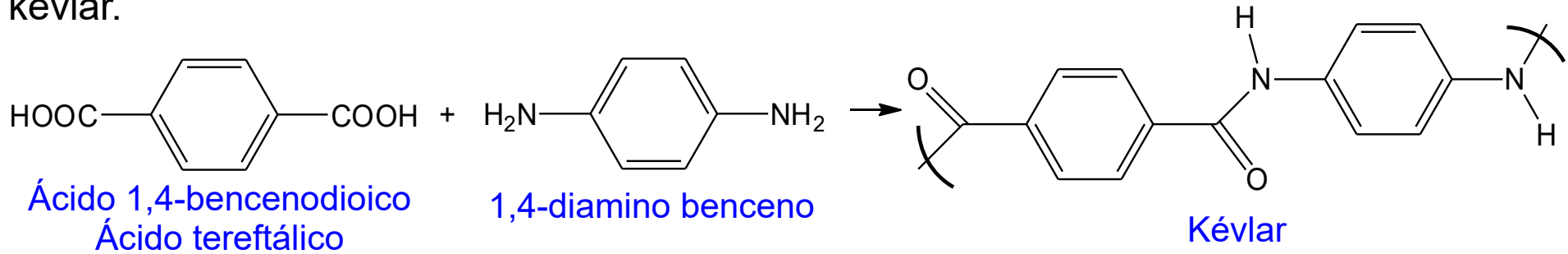


Policloruro de vinilo PVC



## 4. Clasificación según su estructura

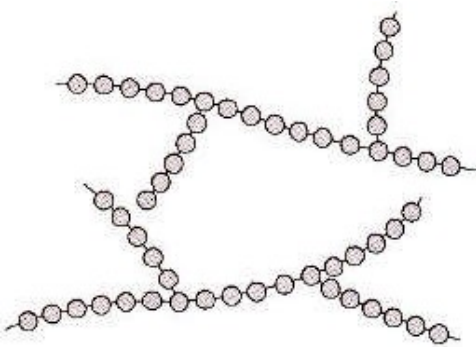
- a) **Lineales:** Formados por monómeros difuncionales. Ejemplos: Polietileno, poliestireno, kévlar.



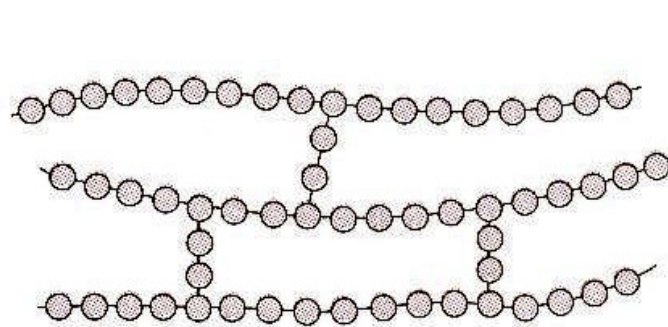
- b) **Ramificados:** Formados por monómeros trifuncionales. Ejemplo: Poliestireno (PS).

- c) **Entrecruzados:** Cadenas lineales adyacentes unidas linealmente con enlaces covalentes. Ejemplo: Caucho.

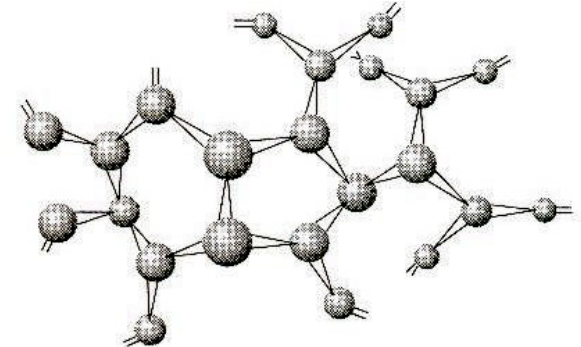
- d) **Reticulados:** Con cadenas ramificadas entrelazadas en las tres direcciones del espacio. Ejemplo: Epoxi.



b)



c)



d)

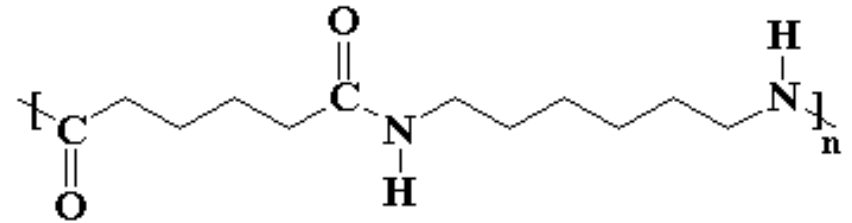


## 5. Clasificación por su comportamiento frente al calor

- a) **Termoplásticos:** Después de ablandarse o fundirse por calentamiento, recuperan sus propiedades originales al enfriarse.

En general son polímeros lineales, con bajas  $T_f$  y solubles en disolventes orgánicos.

Ejemplos: derivados polietilénicos, poliamidas (o nailon), sedas artificiales, celofán, etc.



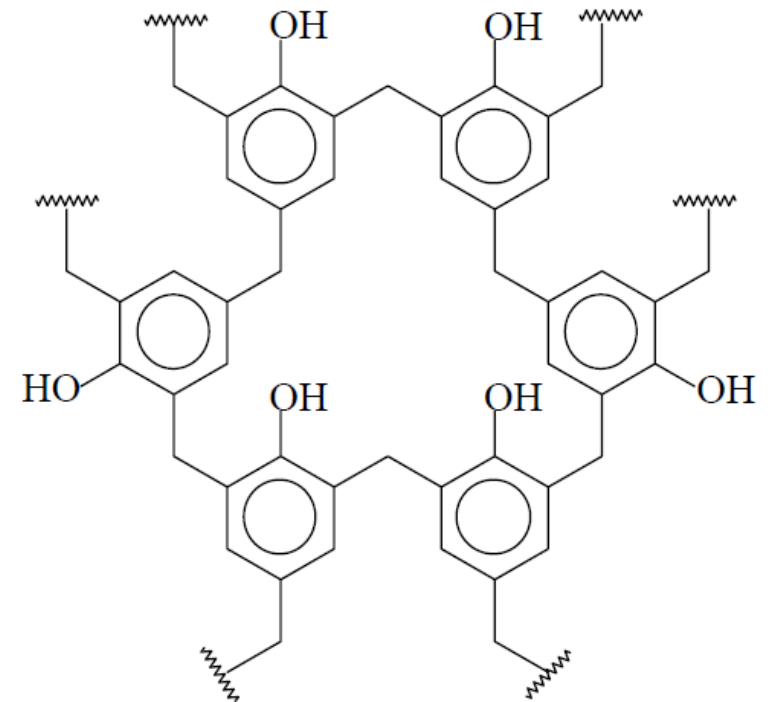
Nailon

- b) **Termoestables:** Después del calentamiento se convierten en sólidos más rígidos que los polímeros originales.

Este comportamiento se debe a que con el calor se forman nuevos entrecruzamientos que provocan una mayor resistencia a la fusión.

Suelen ser insolubles en disolventes orgánicos y se descomponen a altas temperaturas.

Ejemplos: baquelita, ebonita, etc.



Baquelita



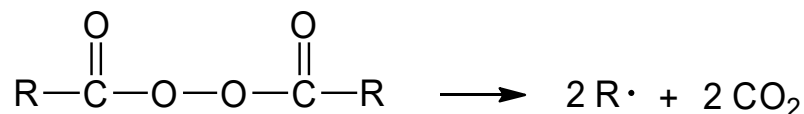
# 6. Clasificación según la reacción de polimerización (1)

## a) Por reacción en cadena (o adición)

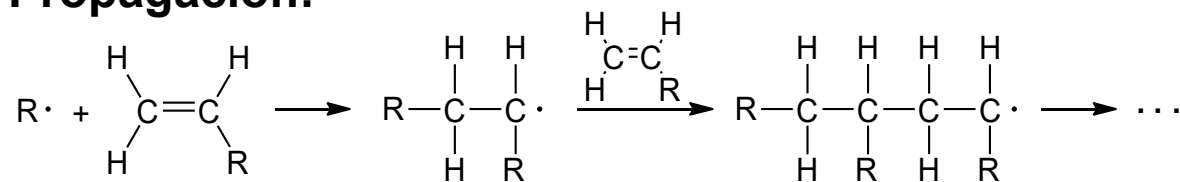
A partir del monómero (generalmente vinílico) se genera un reactivo (radical o ion) que se adiciona a la insaturación del monómero, prosiguiendo a través de una reacción en cadena.

Como otras reacciones radicálicas, transcurren en tres etapas. Así, para la adición vinílica:

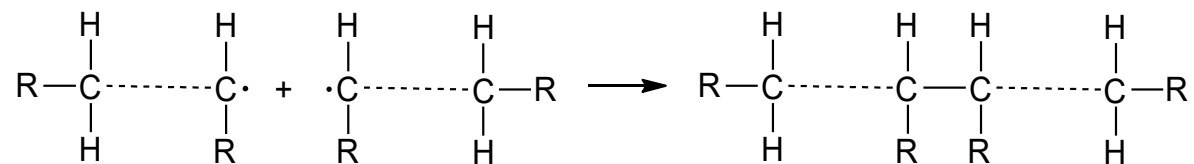
**Iniciación** (a partir de, por ejemplo, un peróxido):



**Propagación:**



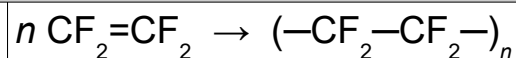
**Terminación** (por acoplamiento, por ejemplo):



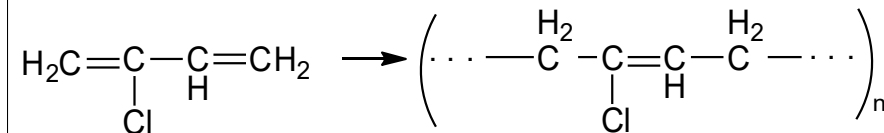
Polimerización vinílica		
	$\begin{array}{c} H & H \\ & \backslash / \\ & C=C \\ & / \backslash \\ H & R \end{array}$	
Monómero	R	Polímero
Etileno	H	Polietileno (PE)
Estireno	Ph	Poliestireno (PS)
Cloruro de vinilo	Cl	Plicloruro de vinilo (PVC)
Propileno	CH <sub>3</sub>	Polipropileno (PP)
Acrilonitrilo	CN	Poliacrilonitrilo
Acetato de vinilo	OCOCH <sub>3</sub>	Acetato de polivinilo
(no existe)	OH	Alcohol polivinílico

### Otros polímeros de adición:

**Teflón**



**Cauchos Sintéticos (elastómeros)**



Policloropropeno (neopreno)



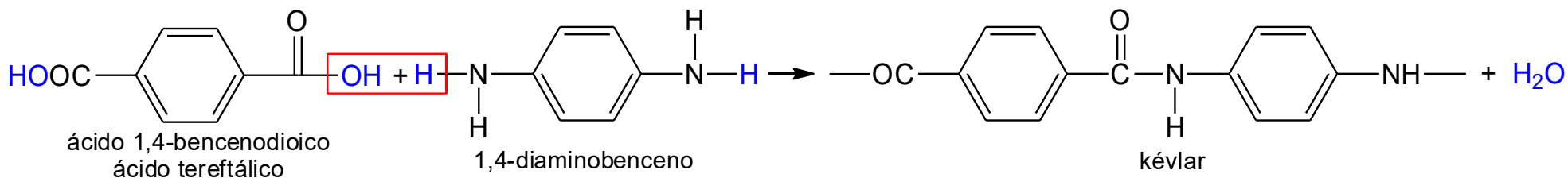
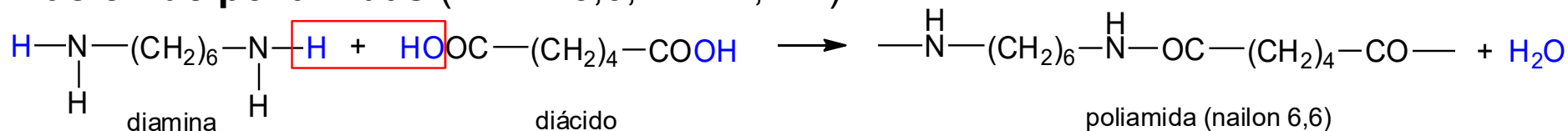
## 6. Clasificación según la reacción de polimerización (2)

### b) Por crecimiento en pasos (o condensación)

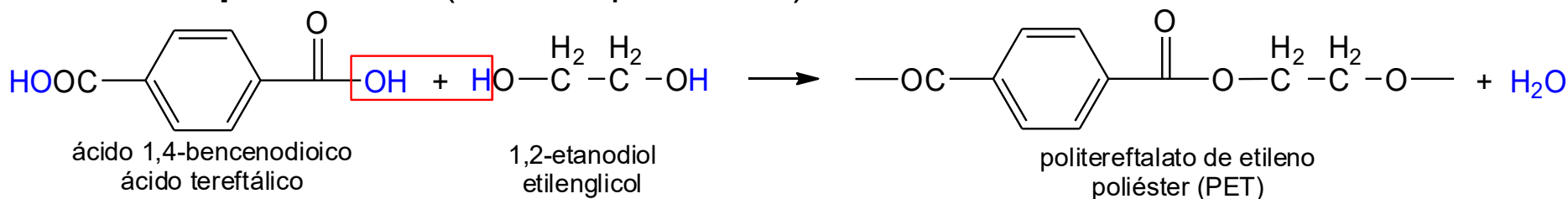
Se produce por reacción entre dos monómeros diferentes, cada uno de ellos con dos grupos funcionales, uno en cada extremo de la molécula. La unión entre los monómeros supone la eliminación de una molécula pequeña, normalmente agua.

La reacción transcurre en varias etapas, y los polímeros que se forman son más pequeños que los de adición. Son además, heteropolímeros.

**Formación de poliamidas** (nailon 6,6, kévlar, etc):

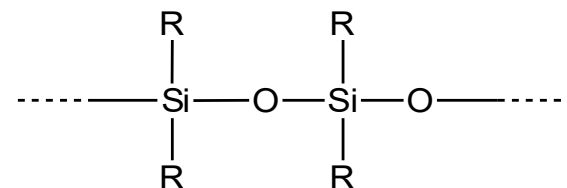


**Formación de poliésteres** (PET, baquelita, etc):



**Otros polímeros de condensación:** Poliuretanos, policarbonatos, resinas epoxi, siliconas, etc.

**Siliconas:** Tienen naturaleza inorgánica (esqueleto de átomos de Si unidos entre sí por puentes de O) y naturaleza orgánica (radicales con C)





## 7. Propiedades físicas generales de los polímeros

- Las propiedades físicas de estas moléculas difieren bastante de las propiedades de los monómeros que las constituyen.
- Las propiedades van a estar influenciadas por la estructura interna, presencia de fuerzas intermoleculares, etc.
- Al ser moléculas grandes, la estructura es generalmente amorfa.
- Notable plasticidad, elasticidad y resistencia mecánica.
- Alta resistividad eléctrica.
- Poco reactivos ante ácidos y bases.
- Unos son tan duros y resistentes que se utilizan en construcción: PVC, baquelita, etc.
- Otros pueden ser muy flexibles (polietileno), elásticos (caucho), resistentes a la tensión (nailon), muy inertes (teflón), etc.

En la base de los recipientes de plástico existe un símbolo de reciclar con un n.º en su interior que indica el material con el que está hecho. Cuanto más bajo sea ese n.º, más fácil es su reciclado.



Nº	Abreviatura	Polímero
1	PET	Polietilentereftalato
2	PEAD/HPDE	Polietileno de alta densidad
3	PVC	Policloruro de vinilo
4	PEBD/LDPE	Polietileno de baja densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno



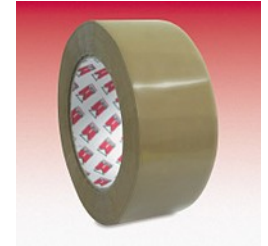
## 8. Usos de los polímeros (1)

### a) Polímeros de adición

**Polietileno (PE):** Termoplástico, aislante térmico, inerte químicamente. *Tuberías, persianas, bolsas, botellas, vasos, film transparente, etc.*



**Polipropileno (PP):** Reciclable, versátil, transpirable. *Alfombras, juguetes, prendas térmicas, salpicaderos, etc.*



**Policloruro de vinilo (PVC):** Termoplástico, duro y resistente, aislante, no biodegradable. *Tuberías, platos, envases, discos, impermeables, etc.*



**Poliestireno (PS):** Termoplástico, duro, aislante. *Juguetes, envases, aislante, etc.*



**Politetrafluoretileno (PTFE = Teflón):** No se oxida, insoluble, no reacciona con ácidos o bases. *Industria, fontanería, medicina, etc.*



**Caucho sintético (elastómeros):** Elásticos. *Neumáticos, prendas acuáticas, etc.*



## 8. Usos de los polímeros (2)

### b) Polímeros de condensación

**Nailon 6,6 (una poliamida):** Resistencia a la rotura, no arde, no atacado por polillas, no encoge ni necesita plancha. *Fibras textiles.*



**Kévlar (una poliamida):** Más fuerte que el acero, flexible y ligero, no biodegradable, gran resistencia química, resistente al fuego. *Industria textil, paracaídas, blindajes aviones, raquetas tenis, trajes espaciales, etc.*



**Polietilentereftalato (PET, nombre comercial: dracón; un poliéster):** No se arruga, termoplástico. *Envasado alimentos, medicamentos, etc.*



**Baquelita:** Insoluble en agua, resistente a los ácidos y al calor, termoestable. *Enchufes, mangos utensilios cocina, teléfonos color negro, etc.*



**Poliuretanos:** *Fibras elásticas tipo Lycra, colchones, etc.*



**Policarbonatos:** *Cristales de seguridad.*

**Resinas epoxi:** *Pavimentos, pinturas, etc.*



**Siliconas:** Naturaleza inorgánica (Si) y orgánica (radicales alquilo o arilo) a la vez. Inodoras, incoloras, inertes, inmiscibles con el agua. *Lubricantes, adhesivos, aplicaciones médicas, etc.*



## 9. Breve historia de los polímeros

- Los polímeros naturales, lana, seda, celulosa, etc., se han empleado y han tenido mucha importancia a lo largo de la historia.
- 1839. Charles Goodyear (USA), de forma accidental, realiza el **vulcanizado del caucho**. Montó un negocio de maquinaria que fracasó. El comprador fundó la compañía Goodyear.
- 1844. Louis Chardonnet (FRA) obtiene la primera fibra artificial a partir de la celulosa, de tacto similar a la seda y que se denominó más tarde **rayón** debido a su aspecto brillante.
- 1869. John Hyatt (USA) obtuvo el primer polímero sintético: el **celuloide**, a partir de fibra de celulosa.
- 1909. Leo H. Baekeland (BEL) obtiene el primer polímero totalmente sintético: la **baquelita**.
- 1914. Durante la 1ª Guerra Mundial se empieza a producir **caucho sintético** debido a las dificultades que tenían los ejércitos para el suministro del caucho natural.
- 1926. Hermann Staudinger (ALE) expone su hipótesis de que los polímeros son largas cadenas de unidades pequeñas unidas por enlaces covalentes, que fue aceptada a partir de 1930, por la que recibió el Premio Nobel en 1953.
- 1938. El investigador R.J. Plunkett, de la compañía Du Pont, sintetiza el **teflón**.
- 2ª Guerra Mundial: EEUU pide a sus mujeres que donen sus medias de nailon para utilizarlas en la fabricación de paracaídas.
- 1950-1960: Karl Ziegler (ALE) y Giulio Natta (ITA) desarrollan catalizadores heterogéneos para producir polímeros por adición. Compartieron Premio Nobel en 1963.
- Años 1990. Las botellas de PVC fueron sustituidas por PET, con propiedades más adecuadas para conservar alimentos y es más fácil de reciclar.



## 10. Bibliografía

- ALLINGER, N. y otros. (1978). “*Química orgánica*”. Edit. Reverté S.A., Madrid.
- GUARDIA, C. y otros. (2009). “*Química 2 Bachillerato*”. Edit. Santillana. Madrid.
- MAIER, M. “*POLÍMEROS*” (Consultado en mayo 2010).
- RODRÍGUEZ, Á. y otros. (2007). “*Química 2 Bachillerato*”. Edit. McGraw-Hill. Madrid.
- [Wikipedia](#)

