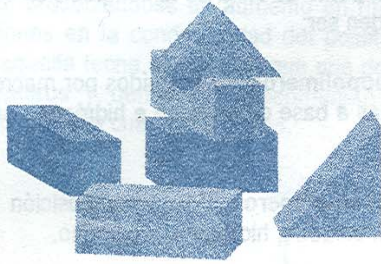


CASTILLO, M.E. 1995. Conceptos de materia, gas y solución. Tesis de Maestría. Depto de Química. U.P.N.

CASTILLO, M.E. 1995. Esquemas conceptuales que poseen los alumnos en relación con enlace químico. Tesis de Maestría. Depto de Química. U.P.N.



Seminario de Química

PLÁSTICOS QUE CONDUCE LA ELECTRICIDAD*

Marlene Rodríguez**

Los plásticos baratos, duraderos, ligeros y versátiles, poseen muchas propiedades valiosas, pero la conductividad no es una de ellas. La próxima generación de plásticos acabará con es tradición, Cómo es posible esto?

Como se sabe, los plásticos siempre habían sido clasificados dentro del grupo de los materiales aislantes debido a las propiedades que poseen, sin embargo, es posible hacer que un polímero conduzca la electricidad, mediante la incorporación de pequeñas cantidades de ciertos productos químicos, utilizando el proceso conocido con el nombre de CONTAMINACIÓN o DOPADO.

Antes de desarrollar los fundamentos que explican dicho fenómeno es importante responder a algunas preguntas, tales como: Qué son los plásticos. Cuáles son sus características principales?.

* Ensayo presentado en el Seminario de Química. 1996

** Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

Los plásticos, denominados también **altos polímeros sintéticos** o **semisintéticos**; entendiéndose por altos polímeros toda una serie de productos orgánicos, naturales, artificiales o sintéticos, formados por la unión a través de enlaces químicos, de una o pocas unidades elementales denominadas **monómeros**, en elevado número y en determinado orden, se repiten formando una agrupación molecular; son materiales orgánicos cuyos constituyentes principales son cadenas moleculares muy largas. Como ejemplos se pueden citar, entre otros: resinas (sintéticas), proteínas, derivados de la celulosa. Teniendo en cuenta su composición, se pueden clasificar en:

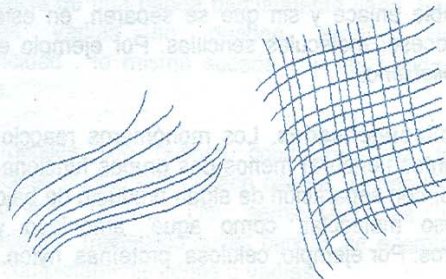
- Δ **ALTOS POLÍMEROS ARTIFICIALES**, llamados también semisintéticos, se obtienen por la transformación química de los altos polímeros naturales, sin que se destruya notablemente su naturaleza macromolecular. Algunos ejemplos son: la nitrocelulosa, la goma y ebonita del caucho natural.
- Δ **ALTOS POLÍMEROS SINTÉTICOS**, obtenidos por vía sintética utilizando sustancias de bajo peso molecular, por ejemplo, el nylon y poliestireno obtenidos de diaminas y ácidos alifáticos y estireno, respectivamente.

Propiedades de los altos polímeros

Para clasificar los **altos polímeros**, pueden tenerse en cuenta diversos criterios: procedencia, forma macromolecular, composición química, forma de obtención, características físicas y otros.

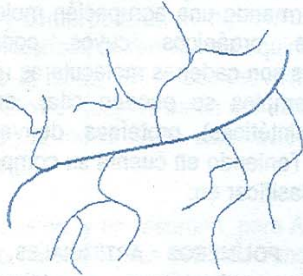
Según la forma de las macromoléculas, pueden ser:

- * **Lineales**. Largas cadenas de macromoléculas no ramificadas, ordenadas paralelamente o formando un ovillo enrevesado.

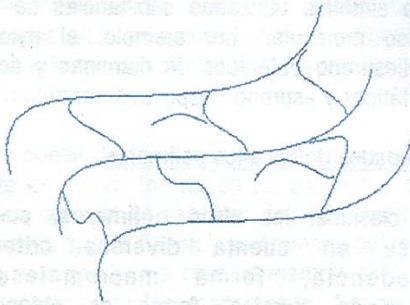




- * **Ramificados.** Están constituidos por macromoléculas en las que la cadena lineal presenta un serie de ramificaciones laterales, resultantes de haber tenido lugar procesos de polimerización en alguno de los monómeros de la cadena principal.



- * **Reticulados.** Están formados por macromoléculas con cadenas y ramificaciones entrelazadas en la tres dimensiones del espacio.



Teniendo en cuenta la reacciones de formación, los altos polímeros se clasifican como:

- ⇒ **Polimerizados.** Polímeros cuyas macromoléculas se forman por unión de moléculas monómeras, no saturadas, con apertura de un doble enlace y sin que se separen, en este proceso, moléculas sencillas. Por ejemplo el polietileno.
- ⇒ **Policondensados.** Los monómeros reaccionantes tienen al menos dos grupos funcionales, con separación de algún producto de bajo peso molecular, como agua, amoniaco y otros. Por ejemplo, celulosa, proteínas, nylon.

- ⇒ **Poliaductos.** Polímeros en que la polirreacción se efectúa entre monómeros bi, tri o poli-funcionales, sin separación de moléculas sencillas, ej. Poliuretanos.

Desde el punto de vista de la composición química, pueden ser:

- ✔ **Carbopolímeros.** Constituidos por macromoléculas a base de carbono e hidrógeno únicamente.
- ✔ **Carboxipolímeros.** En su composición aparecen carbono, hidrógeno y oxígeno.
- ✔ **Carboazapolímeros.** Formados por carbono, hidrógeno y nitrógeno. Algunas veces también oxígeno.

En los materiales plásticos es posible hacer la siguiente agrupación, según sus propiedades físicas:

- * **Termoplásticos.** Polímeros que por acción del calor reblandecen de forma reversible, solidificándose de nuevo al enfriarse. Funden sin descomponerse.
- * **Duroplastos.** Materias plásticas que, por acción del calor, se endurecen en forma irreversible. Por ejemplo las resinas fenólicas, uréicas y otras.
- * **Elastómeros.** Sustancias macromoleculares de elasticidad similar a la del caucho, constituidas por moléculas lineales, unidas transversalmente por puentes de hidrógeno.

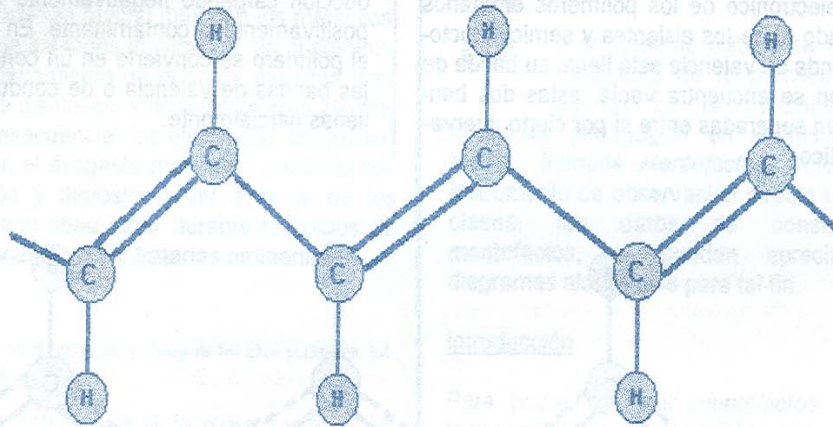
Después de la anterior descripción, se puede abordar lo relacionado con los polímeros conductores.

El descubrimiento de estos polímeros tuvo lugar en forma accidental; a principios de la década de 1970, un estudiante de los laboratorios de Hideki Shirakawa, estaba intentando obtener polietileno a partir de etileno común. En lugar de un polvo oscuro, el estudiante obtuvo una lámina brillante y plateada, parecida al aluminio; había obtenido, evidentemente, polietileno, pero de una forma diferente a la de cualquier polietileno obtenido hasta entonces.



A partir de varias averiguaciones y con la colaboración de varios investigadores, como MacDiarmid y Alan Heeger, se estudiaron las posibilidades del nuevo polímero. Cuando intentaron dopar el material con yodo, las láminas plateadas flexibles, se convirtieron en láminas metálicas doradas, produciéndose un aumento en más de mil millones en la conductividad del polietileno. Desde aquella fecha se ha visto que una docena de polímeros y derivados, experimentan esta transición fortuita cuando se dopan.

El más sencillo de los polímeros conductores, el polietileno, está constituido por una cadena de carbono continua, en la que a cada átomo de carbono se une un átomo de hidrógeno. Los átomos de carbono se unen entre sí por una serie de enlaces conjugados, en donde los enlaces dobles y los sencillos "intercambian sus posiciones continuamente a lo largo de la cadena carbonada" dando lugar a una longitud de enlace intermedia, entre la del enlace sencillo y la del doble.



CADENA DE POLIETILENO

La conductividad de esta material es más alta que la de cualquier otro polímero al contaminarse o doparse con un producto químico. Por qué? Qué mecanismos moleculares explican este comportamiento?

En primer lugar, la conductividad eléctrica es la capacidad que una sustancia posee para transmitir la corriente eléctrica; se mide en ohms/cm. La diferencia entre el estado aislante y el conductor es enorme; la conductividad de los buenos aislantes, el teflón y el poliestireno por ejemplo, son del orden de 10^{-16} ohms/cm, los buenos conductores, como la plata y el cobre, tienen conductividades del orden de 10^6 ohms/cm.

La electricidad circula gracias al movimiento de electrones; en consecuencia, para que un material conduzca la electricidad es necesario que algunos de sus electrones se muevan libremente a través del mismo. En los sólidos que tienen una extensa red de enlaces atómicos,

los electrones se mueven en el interior de ciertos estados discretos de energía, conocidos como bandas.

Cada banda de energía posee una capacidad definida para albergar electrones; hay bandas que pueden estar también vacías. Los electrones deben tener cierta cantidad de energía para ocupar una banda determinada. Para que un electrón pueda saltar de una banda de energía a otra superior, necesita recibir energía. El movimiento de los electrones exige también la existencia de una banda parcialmente llena. Las bandas vacías no pueden conducir la electricidad, lo mismo sucede con las bandas llenas.

Los metales son buenos conductores de la electricidad puesto que poseen bandas de energía parcialmente llenas. Los semiconductores y aislantes son materiales cuyas bandas de energía están completamente llenas o vacías.

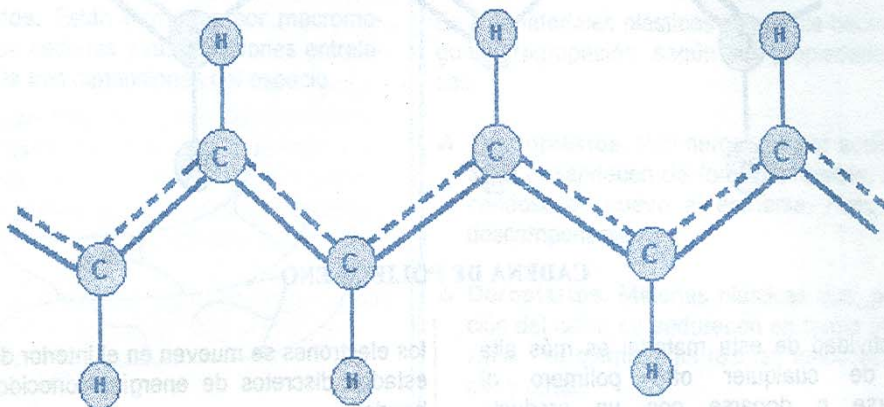


La banda ocupada más elevada se llama **banda de valencia**. La banda vacía, situada por encima de la anterior, se denomina **banda de conducción**. El intervalo de energía que separa estas dos bandas en los aislantes es muy grande, en el caso de los semiconductores, dicho intervalo es algo menor. Tan solo los electrones que reciben impulsos de energía procedentes de fuentes de calor o de luz pueden cruzar dicho intervalo.

El perfil electrónico de los polímeros ordinarios es parecido al de los aislantes y semiconductores, su banda de valencia está llena, su banda de conducción se encuentra vacía, estas dos bandas quedan separadas entre sí por cierto intervalo energético.

Este perfil se altera mediante procedimientos de dopado, que pueden ser de dos tipos. a) *dopado - p* o positivo y b) *dopado - n* o negativo.

En el *dopado - p*, tratando el polímero con una solución de yodo el cual se ubica o dispone entre los espacios o intersticios del polímero, toma electrones de la banda de valencia, generando así cargas positivas en el polímero. En el *dopado - n*, mediante una solución de sodio metálico en mercurio, cede electrones a la banda de conducción cargando negativamente al polímero y positivamente al contaminante. En consecuencia el polímero se convierte en un conductor porque las bandas de valencia o de conducción quedan llenas parcialmente.



Cadena de Polietileno *n* - dopado

En realidad el proceso de transición es algo más complicado; la carga introducida en la cadena de un polímero mediante dopado, genera un cambio pequeño en la posición de sus átomos. Este cambio favorece la formación de islas de carga conocidas como *solitones*, *polarones* y *bipolarones*. Estas islas se forman cerca a los iones contaminantes para niveles de dopado elevado. Cuando hay unos 15 átomos de carbono por cada molécula de dopado, las islas comienzan a solaparse entre sí. Las islas continuas crean nuevas bandas de energía entre las bandas de valencia y de conducción, haciendo que los electrones puedan moverse con gran libertad entre ellas, aumentando de esta manera la conductividad del polímero. Por otra parte, es importante tener presente que en el proceso de dopado, las

moléculas contaminantes nunca reemplazan a los átomos del polímero, sino que actúan como agentes dadores o aceptores de electrones a las bandas de energía del polímero.

En el caso del *dopado - p*, que se hace con una solución de yodo, siendo este un no metal, altamente electronegativo, tiende a tomar electrones de la banda de valencia del polímero, dando lugar a la formación de cargas positivas en toda la molécula; diferente de cuando es el *dopado - n*, el sodio, elemento altamente dador de electrones, si se compara con el carbono que forma parte del polímero, tiende a ceder su electrón a la banda de valencia del polímero, generando de esta manera cargas negativas en el polímero, quedando el ion sodio positivo; en ambos casos

se facilita la conductividad en el polímero, la cual se incrementa debido a que, tanto la banda de conducción como la banda de valencia, quedan parcialmente llenas, lo que facilita el movimiento de los electrones y con esto, el hecho de poder conducir la electricidad.

Es oportuno destacar que gracias a estos avances, se han multiplicado los usos de estos polímeros conductores. La aplicación más inmediata y conocida es la batería recargable con electrodos de polímero. Se cree que los electrodos de polímero durarían mucho más que los metálicos, debido a que los iones implicados, en el suministro y almacenamiento de la carga eléctrica, provienen de la disolución y no a los propios electrodos. En consecuencia, los electrodos de polímeros evitarían el desgaste mecánico asociado con la disolución y deposición del material de los electrodos que tiene lugar durante los ciclos de carga y descarga de las baterías ordinarias.

Bibliografía

MARTÍNEZ, A. 1972. Química y Física de los altos polímeros. Ed. Alambra. Madrid.

BERMÚDEZ, E. 1971. Química de los elementos metálicos. Ed. Alambra. Madrid.

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. 1988. Abril. No. 139.

**Decreto Número 1743
Del 3 de Agosto 1994**

Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.

Investigación P.P.D.2

UTILIZACIÓN DE MENTEFACTOS EN EL ÁREA DE CIENCIAS[§]

Norvely Celis Marín^{§§}

Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados de la práctica docente II, acerca de la utilización de una propuesta pedagógica en el Instituto Alberto Merani, llamada *Mentefactos*. Utilizando como instrumento de observación directa en el aula de clases, los datos de construcción de mentefactos, se pueden apreciar en los diagramas elaborados para tal fin.

Introducción

Para poder construir *mentefactos*, se deben tener presentes dos aspectos muy importantes para la aprehensión del conocimiento: los instrumentos de conocimiento y las operaciones intelectuales. De Zubiría M (1998). Desde el punto de vista pedagógico, surge como una oposición a los mapas conceptuales, propuestos por Novack y su equipo.

El trabajar con *mentefactos* ayuda a estudiantes y profesores a estructurar una temática, organizar, formular y sintetizar. Los conceptos configuran la memoria semántica, a la par que son los principales instrumentos durante tal periodo. De Zubiría (1998).

En la etapa conceptual, se observó el desarrollo de *mentefactos*, en el área de ciencias, más específicamente, en Materia y Energía. Durante el trabajo se pudo corroborar que hay diferentes clases de *mentefactos*, que son: **proposicionales, modales y conceptuales**. El concepto está armado por "paquetes", "nudos" o "entramados" de proposiciones, De Zubiría (1998).

[§] Proyecto de P.P.D.Q. II desarrollado en el Instituto Alberto Merani en I-99

^{§§} Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.