

## Enseñanza de Polímeros y su Capacidad de Reciclado en laboratorios de Química Orgánica para ingenierías Química e Industrial (2012 – 2013)

Luis A. Ojeda López<sup>1</sup>; Florencia López Airaghi<sup>1</sup>; Nicolás A. Cisterna<sup>1</sup>; Mariela González<sup>1</sup>; María L. Tereschuk<sup>1</sup>; María J. Barrionuevo<sup>1</sup>; Patricia Albarracín<sup>1</sup>.

(1) *Cátedra Química Orgánica. Dpto. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Roca 1800. S. M. de Tucumán. 4000. Tel: 381-4364093 int 7724. Tucumán. Argentina.*  
E-mail: luisojeda356@hotmail.com

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan dos innovaciones pedagógicas en la enseñanza de Polímeros de la asignatura Química Orgánica. El tema polímeros se aborda en la currícula teórico – práctica de la carreras de Ingeniería Química e Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán (FACET-UNT). El propósito de realizar esta experiencia fue aportar referentes prácticos en relación al tema Polímeros para dar mayor énfasis al enfoque de reciclado en la enseñanza de la Química Orgánica dentro de las Ingenierías.

### INTRODUCCION

Los polímeros son estructuras complejas formadas por la repetición de una unidad molecular llamada monómeros. Existen polímeros naturales y polímeros sintéticos. En muchos casos una molécula de un polímero está compuesta de miles de unidades monoméricas.

Los monómeros son los pequeños eslabones que se repiten para formar un polímero mediante un proceso llamado polimerización.

Los polímeros se dividen en dos grandes grupos: aquellos naturales, como celulosa, almidones, ADN, proteínas, etc. y por otro lado, aquellos sintéticos que fueron fabricados por el hombre y que incluyen todos los derivados de los plásticos, entre otros.

La búsqueda de un sustituto a los polímeros naturales, dio como origen el caucho sintético y con ello surgió la industria de los polímeros sintéticos y plásticos.

Los plásticos son materiales que se fabrican mediante reacciones de polimerización empleando compuestos que se obtienen a partir del petróleo o de gas natural. Son ampliamente empleados en diversas formas y, al no ser biodegradables, su acumulación constituye un serio problema de contaminación ambiental.

### SIMBOLOGÍA DEL RECICLAJE

La simbología del reciclaje es útil para indicar si el producto es reciclable o no, para indicar el tipo de material reciclado que contiene el producto o

para indicar un cumplimiento con ciertas normativas reguladoras de reciclaje.

Como se observa en la Fig.1, la simbología Mobius Loop representa que el producto es reciclable o que contiene material reciclado.



Figura 1. Simbología Mobius Loop

Este símbolo es reconocido internacionalmente y representa un proceso de reciclaje exitoso:

- recolección del producto,
- remanufactura de un nuevo producto,
- y finalmente la compra del consumidor.

El símbolo Mobius Loop con un porcentaje en el centro indica que ese porcentaje del producto es de material reciclado. Este símbolo se puede encontrar en empaques y cajas de cartón. Hay algunos productos que no llevan este símbolo pero que, sin embargo, contienen un porcentaje de material reciclado.

### RECICLAJE DE PLASTICOS

La gran diversidad de materiales plásticos ha llevado a crear una variada tipología para identificarlos. Las flechas del anillo indican que el material puede reciclarse de alguna forma. Contienen un número y unas letras que señalan el tipo de material.

Con respecto a la simbología Mobious Loop, podemos encontrar los siguientes materiales plásticos:

1. (PET) Polietilentereftalato. Este plástico es muy utilizado en empaques de alimentos (botellas para agua, jugos, cerveza, aceites, aderezos, etc.) debido a que no es costoso, es ligero y es reciclable (Fig.2).

2. (HDPE) Polietileno de alta densidad. Este plástico debido a su resistencia química se utiliza para contener productos de limpieza de hogar o químicos industriales; por ejemplo, botellas de champú, detergente, cloro, etc. También se utiliza para contener leche, jugos, yogurt, agua, bolsas de basura y de supermercados. Usualmente este plástico tiene colores muy llamativos y aparenta ser duro (Fig.2).

3. (V o PVC) Vinílicos. También tiene una gran resistencia química y se puede reconocer ya que cuando se aplastan las botellas los dobleces adquieren un color blanquecino. Algunos ejemplos son botellas de detergente, champú, aceites, limpiadores de ventanas, entre otros (Fig.2).

4. (LDPE) Polietileno de baja densidad. Es un plástico fuerte, flexible y transparente. Ejemplos: bolsas de pan, bolsas de comida congelada, algunos muebles, alfombras, entre otros (Fig.3).

5. (PP) Polipropileno. Tiene un alto punto de fusión por lo que se utiliza para contener líquidos y alimentos calientes. Ejemplos: pajillas, envases de aderezos, tapas, botellas médicas, algunos contenedores de cocina, entre otros (Fig.3).

6. (PS) Poliestireno. Tiene un bajo punto de fusión por lo que es posible que se derrita al estar cerca de calor. Ejemplos: platos de cocina, tazas, cajas de CD, recipientes para comidas, entre otros (Fig.3).

7. Otros. Este plástico no suele reciclarse debido a que su composición es una combinación de diferentes plásticos. Por ejemplo: botellas de agua de 3 y 4 galones (1 galón = 3,78541178 litros), materiales a prueba de balas, DVD's, anteojos, iPods y algunas cajas de computadora, entre otros (Fig.3).



Figura 2. PET, HDPE y PVC



Figura 3. LDPE, PP, PS, OTHER

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es exponer una propuesta innovadora en el proceso de enseñanza - aprendizaje del tema Polímeros para estudiantes de Ingeniería. Se apuesta también a un plan de acción que estimule la toma de conciencia en cuanto a la importancia del cuidado del ambiente, en los alumnos de cursos avanzados en las carreras de Ingeniería Química e Industrial de la Universidad Nacional de Tucumán.

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se trabajó en dos etapas con los alumnos formando grupo de 5 estudiantes.

El Práctico se dividió en dos partes:

a) Obtención de un Polímero. En el laboratorio se realizó la obtención del polímero R-F (Resorcina – Formaldehído), siguiendo el mecanismo que se presenta en la Figura 4. En una cápsula de porcelana se colocó resorcina, agregando formaldehído y agua. Se calentó a ebullición, se retiró la cápsula y se agregó una solución de NaOH. Se dejó enfriar para evaluar las características macroscópicas del polímero obtenido.

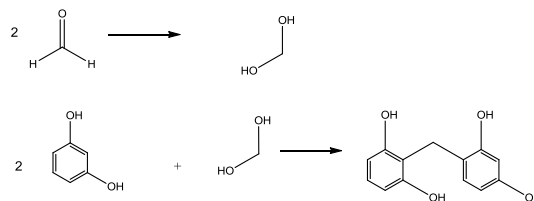


Figura 4. Mecanismo de obtención del polímero Resorcina – Formaldehído (R-F)

b) Análisis de flotabilidad de los polímeros y asignación de simbología Mobious Loop. Se acopiaron plásticos y se trituraron en pequeños fragmentos. Se prepararon soluciones de distintas densidades teóricas (tabla 1) y se procedió a colocar cada trozo de polímero en un tubo de ensayo. Se evaluó la flotabilidad de los polímeros en las distintas soluciones preparadas. Se comparó y se compararon las densidades con la de los polímeros ya determinados (tabla 2).

Para el análisis de flotabilidad de los polímeros se acopiaron plásticos, se trituraron en pequeños fragmentos y se clasificaron según su simbología Mobious Loop. Se prepararon soluciones de distintas densidades teóricas (tabla 1) y se procedió a colocar cada trozo de polímero en un tubo de ensayo, observar la flotabilidad y, luego, comparar las densidades con la de los polímeros ya determinados (tabla 2).

Tabla 1

Composición	Densidad teórica a 20°C
Etanol / agua 76.8 % v/v	0.87 g/cm <sup>3</sup>
Etanol / agua 56.6 % v/v	0.915 g/cm <sup>3</sup>
Etanol / agua 41.3 % v/v	0.945 g/cm <sup>3</sup>
Agua	1.00 g/cm <sup>3</sup>
NaCl / agua 12% m/m	1.09 g/cm <sup>3</sup>
Sacarosa / agua 54% m/m	1.25 g/cm <sup>3</sup>
Sacarosa / agua 79% m/m	1.41 g/cm <sup>3</sup>

Tabla 2

Polímero	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Solución
Poli - 4 - metil - 1 penteno (PMP)	Etanol / agua 80.4 % v/v	0.83 g/cm <sup>3</sup>
PP	Etanol / agua 80.4 % v/v	0.90 a 0.91 g/cm <sup>3</sup>
LDPE	Etanol / agua 59.0 % v/v	0.92 a 0.94 g/cm <sup>3</sup>
HDPE	Etanol / agua 43.3 % v/v	0.95 a 0.97 g/cm <sup>3</sup>
PS	Agua	1.05 a 1.07 g/cm <sup>3</sup>
Polimetacrilato de metilo	NaCl / agua 12% m/m	1.24 g/cm <sup>3</sup>
PET	Sacarosa / agua 54%	1.39 g/cm <sup>3</sup>
Politetrafluoretileno (Teflón)	Sacarosa / agua 79%	2.2 g/cm <sup>3</sup>

Como en la Tabla 2 no se incluye el PVC ya que la densidad de este polímero varía con las características de fabricación, en función del uso al que se lo destine. Para identificar el PVC se realizó ensayo a la llama a fin de detectar la presencia de cobre metálico por coloración verde de la llama.

El ensayo a la llama para detectar la presencia de cobre metálico, presenta coloración verde de la llama. Sin embargo, en presencia de cloruros la misma reacción se produce a temperaturas menores. Por lo tanto si se toca un trozo de PVC con el alambre de Cobre caliente, parte del plástico fundido queda adherido al mismo. Al introducirlo nuevamente a la llama, se notará color verde en tiempo mucho más breve que el anterior.

## RESULTADOS

Durante los primeros cuatrimestres de los años 2012 y 2013 y en el segundo cuatrimestre de 2012 para las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería Industrial en la facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, se lograron avances en el interés por parte del alumnado para el proceso de enseñanza – aprendizaje en el tema polímeros. Asimismo, los jóvenes manifestaron la importancia de evaluar rápidamente polímeros para asignar simbología Mobious Loop. De igual modo, se mencionó el interés por realizar reciclado de este tipo de materiales.

## CONCLUSIONES

Tel reciclado está directamente ligado con la conservación ambiental, la reutilización de los diferentes recursos de manera continua y con el concepto de sustentabilidad que supone que el ser humano debe poder aprovechar los recursos que el planeta y la naturaleza le brindan pero sin abusar de ellos y sin generar daños significativos en el medio ambiente. Tanto el vidrio, como el papel y los cartones, los textiles, los residuos orgánicos, el plástico y otros elementos son todos plausibles de reciclaje. La importancia de esto reside en el hecho de que mientras más elementos u objetos sean reciclados, menos material será desechado y por lo tanto el planeta y el medio ambiente sufrirán menos el crecimiento permanente y desorganizado de la basura humana. El planeta es de todos y todos debemos cuidarlo porque es nuestro deber.

## REFERENCIAS

- 1-Curso Práctico de Química Orgánica. Brewster, R. Q.; Vanderwerf, C. A.; Mc Ewen, W. 1965.
- 2- Rose, A. en Weissberger. "Techniques of Organic Chemistry". Vol. 4. 1-174 (Mc Graw-Hill)
- 3-Experimentación en Química. Práctica 8. Universidad del País Vasco. [http://cvb.ehu.es/open\\_course\\_ware/castellano/tecnicas/expe\\_quim/practica8.pdf](http://cvb.ehu.es/open_course_ware/castellano/tecnicas/expe_quim/practica8.pdf)
- 4- Rose, A. Ind. Eng. Chem. v33. 594. 1944.
- 5- Carey, F. A. Química Orgánica. 6ª Edición. Mc Graw Hill. 2003
- 6- [www.quimicaorganica.net](http://www.quimicaorganica.net)
- 7- Química Orgánica. Morryson & Boyd. 5ª Edición. 1996.
- 8- Anderson, G. E. A simpler small scale method for the identification of plastics. J. Chem. Educ.; 73 (8), p. 173. 1996.
- 9- Blumberg, A. Identifying polymers through combustion and density. J. Chem. Educ.; 70 (5), p. 399. 1993.
- 10- Richardson, W y Teggins, J. Measurement of density. J. Chem. Educ., 65 (11), p. 1013. 1998.