

QUÍMICA Y MATERIALES

Roberto J. J. Williams

*Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA),
Universidad Nacional de Mar del Plata – Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (CONICET), Av. J. B. Justo 4302, 7600 Mar del Plata*

(E-mail: williams@fi.mdp.edu.ar)

En los últimos años se observa un notable avance en el diseño y síntesis de materiales con capacidad de respuesta a estímulos externos. Estos materiales de última generación responden a un estímulo (variación de temperatura, humedad, pH, iluminación, etc.), con algún tipo de movimiento (contracción, expansión o cambio de forma), cambio de transparencia o color, generación de una fuerza, liberación de un componente, etc. Esto abre un abanico impresionante de aplicaciones prácticas, algunas de las cuales ya son realidad. Las contribuciones de la Química en el desarrollo de materiales con respuesta a estímulos externos se ilustrarán con ejemplos del empleo de polímeros entrecruzados (epoxi, fenólicos, poliéster insaturado, acrílicos, etc.), que tienen una aplicación extendida como adhesivos, recubrimientos y matrices de materiales compuestos. Los materiales basados en polímeros entrecruzados están expuestos durante su uso a cargas cíclicas, golpes y variaciones de condiciones ambientales, que pueden producir microfisuras, muchas veces internas y difíciles de detectar y reparar. El crecimiento y propagación de estas microfisuras conduce a la ruptura catastrófica del material. En el caso de recubrimientos, su ruptura expone la superficie que deben proteger a problemas de corrosión y degradación. En el caso de materiales compuestos usados en aplicaciones estructurales (puentes, partes de aviones o embarcaciones), las consecuencias pueden ser mas graves. El problema principal es que la fisura implica la ruptura de uniones químicas covalentes y su reparación no es trivial, particularmente cuando se produce en zonas alejadas de su superficie. La solución ideal sería que el material sea capaz de detectar una grieta y repararla sin asistencia externa (materiales autorreparables). Una solución alternativa es la reparación usando un estímulo externo que normalmente es un proceso de calentamiento. Los materiales autorreparables contienen una dispersión de microcápsulas con un monómero altamente reactivo, en presencia de un catalizador adecuado que se dispersa en la matriz polimérica. Una fisura rompe las microcápsulas que encuentra a su paso y el líquido derramado polimeriza llenando el volumen de las grietas y reparando el material (Keller, 2010). En materiales compuestos los líquidos reactivos se colocan en fibras huecas. Entre los materiales reparables por calentamiento se analizarán redes poliméricas formadas por la reacción reversible de Diels-Alder (Chen *et al.*, 2002), redes con entrecruzamientos físicos producidos por uniones cola-cola de cadenas alquílicas (Puig *et al.*, 2009) y materiales bifásicos constituidos por dos fases co-continuas formadas por el polímero entrecruzado y por un polímero termoplástico semicristalino (Luo *et al.*, 2009). Por otra parte, se analizarán materiales basados en polímeros entrecruzados con memoria de forma. Cuando son sometidos a

calentamiento, estos materiales son capaces de recuperar su forma original o recuperar la fuerza ejercida para deformarlo. Son usados como actuadores mecánicos en diversas aplicaciones. Se discutirá el comportamiento de una red epoxi conteniendo tanto uniones covalentes como uniones físicas, desarrollada para este fin (Leonardi *et al.*, 2011). Por último se analizarán recubrimientos antimicrobianos conteniendo una dispersión de nanopartículas de plata (Ledo-Suárez *et al.*, 2010), y recubrimientos que pueden cambiar su estado de opaco a transparente en función de la temperatura (Hoppe *et al.*, 2004).

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- X. Chen, M.A. Dam, K. Ono, A. Mal, H. Shen, S.R. Nutt, K. Sheran & F. Wudl, *Science* **295**, 1698 (2002).
- C.E. Hoppe, M.J. Galante, P.A. Oyanguren & R.J.J. Williams, *Macromolecules* **37**, 5352 (2004).
- M.W. Keller, Self-Healing Epoxy Composites, en *Epoxy Polymers: New Materials and Innovations*, J.P. Pascault & R.J.J. Williams (Eds.), Wiley-VCH, Weinheim, 2010, 325-344.
- A. Ledo-Suárez, J. Puig, I.A. Zucchi, C.E. Hoppe, M.L. Gómez, R. Zysler, C. Ramos, M.C. Marchi, S.A. Bilmes, M. Lazzari, M.A. López-Quintela & R.J.J. Williams, *J. Mater. Chem.* **20**, 10135 (2010).
- A.B. Leonardi, L.A. Fasce, I.A. Zucchi, C.E. Hoppe, E.R. Soulé, C.J. Pérez & R.J.J. Williams, *Eur. Polym. J.* **47**, 362 (2011).
- X. Luo, R. Ou, D.E. Eberly, A. Singhal, W. Viratyaporn & P.T. Mather, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **1**, 612 (2009).
- J. Puig, I.A. Zucchi, C.E. Hoppe, C.J. Pérez, M.J. Galante, R.J.J. Williams & C. Rodríguez-Abreu, *Macromolecules* **42**, 9344 (2009).