



Los geles: una maravilla de la Ciencia al servicio de la Sociedad

Dr. David Díaz Díaz

Accésit

Biografía. *Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de La Laguna (1997). Doctor en Química (2002), por la misma Universidad, por una tesis doctoral sobre el uso de complejos alquino-hexacarbonildicobalto en síntesis de productos naturales. Estancia postdoctoral en The Scripps Research Institute de California (2002-05) con el Prof. M. G. Finn, trabajando sobre la química de amidinas y "Click Chemistry" en ciencias de los materiales. Contratado Ramón y Cajal (2006) en la Universidad Autónoma de Madrid para desarrollar nuevos materiales funcionales basados en ftalocianinas y derivados. En 2007 desarrollará su actividad en la empresa The Dow Chemical Company (Suiza).*

Si le pidiesen que observara a su alrededor y respondiese en una palabra a la pregunta «¿qué ve?», muy probablemente respondería: «cosas». Vivimos en un mundo formado por componentes muy diversos, a los que denominamos *materiales* y que han sido adaptados para nuestro provecho. Éstos siempre han ocupado una posición clave para el avance de la civilización, llegando a denominar eras enteras como la Edad de Piedra, la del Bronce o la del Hierro. Los hombres primitivos confiaron primero en los materiales naturales, pero aprendimos con el paso de los milenios que el fuego podía convertir arcilla en cerámica, minerales en metales y la arena en vidrio, desarrollando así un amplio surtido de materiales con el cual hacer nuestros utensilios, decoraciones, herramientas y armas. El descubrimiento y entendimiento de los elementos químicos proporcionó en el siglo XIX una base sólida para la Revolución Industrial, tras la cual comenzamos a exigir a los materiales nuevas propiedades acordes a nuestras necesidades.

Actualmente, los *polímeros* se han convertido en uno de los campos de mayor estudio dentro de lo que generalmente conocemos como *ciencia de los materiales*. ¿Qué es realmente un polímero? Imagine una cadena formada por varios eslabones idénticos unidos entre sí. En el lenguaje químico, si ese eslabón es una molécula, se denomina monómero; y la cadena que se obtiene se conoce como polímero. La ruptura de esa cadena o el entrecruzamiento con otras podría dar lugar a nuevos polímeros con distintas propiedades. Las proteínas o el ADN, imprescindibles para la vida, son materiales poliméricos naturales. Pero también existen los polímeros sintéticos, como los plásticos.

Una clase especial de polímeros son los *geles*. Seguro que alguna vez se ha encontrado en la incómoda situación de intentar poner un poco de «ketchup» en su comida y comprobar que no sale nada, o bien cae una gigantesca bola de salsa sobre su plato; sin embargo, si la botella se agita antes de abrirla, el contenido empieza a fluir. Cuando el recipiente vuelve a quedar en reposo por un tiempo podemos encontrarnos nuevamente en la misma situación. Este comportamiento se denomina tixotropía y es característico de muchos geles.

En un gel polimérico las cadenas están entrelazadas entre sí formando una especie de malla, la cual es capaz de retener en su estructura hasta un líquido. Así, el estado *gel* se puede considerar como intermedio entre el líquido y el sólido, ya que en ocasiones puede estar formado hasta en un 99% por líquido. Su organización interna permite mantener su forma y resistir ciertos constreñimientos. Debido a la debilidad de las uniones que forman dicha malla, ésta puede romperse y volver a formarse mediante cambios en su entorno, como la temperatura, luz, acidez del medio u otros estímulos. Esta habilidad de sufrir grandes cambios reversibles en su volumen, hacen de los geles sistemas únicos para atrapar y luego liberar diversas sustancias.

Estos fascinantes productos forman parte de nuestra vida cotidiana ya que se usan para la higiene personal, en la industria alimenticia, fotografía, agricultura, tecnología espacial, pinturas, detergentes, componentes electrónicos, medicamentos, ecografías y un largo etcétera. Pero desde el punto de vista de las aplicaciones, aquéllos donde la fase líquida es agua son sin duda los más utilizados y se denominan *hidrogeles*. Todos hemos visto alguna vez los anuncios televisivos donde se mojaban los pañales de los bebés en un líquido azul y ante nuestro asombro, todo el líquido era absorbido por el material del pañal formándose algo parecido a unas «perlitas de goma». Este material no es más que un ejemplo de dichos hidrogeles, el mismo que es usado en las compresas femeninas para darles su cualidad absorbente.

Los hidrogeles poseen la propiedad de captar agua en cantidades considerables aumentando así su volumen, sin disolverse y manteniendo su forma blanda y elástica; siendo capaces posteriormente de cederla; sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los polímeros que absorben agua son iguales, aunque su aspecto sea muy parecido. Su estructura química, la estructura física de su red y la densidad de ésta pueden variar mucho y afectar a la capacidad de absorción y liberación de agua.

Veamos sólo algunos de los usos más destacados de estos hidrogeles:

En agricultura. Debido a la propiedad de absorción y liberación de agua, estos materiales pueden mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por tanto

el desarrollo de las plantas. Al mezclarse con el suelo, se consigue aprovechar mejor el agua de la lluvia, la que ya no se pierde tan fácilmente por filtración o por evaporación, haciendo al suelo más productivo. Este tipo de técnicas se usan para recuperar terrenos de cultivos que han sido abandonados o son poco fértiles porque se han empleado de forma muy extensiva. También se suelen mezclar con abonos, ya que proporcionan una reserva de agua para las primeras fases más difíciles de adaptación en la reforestación.

Por otro lado, al poderse incorporar fertilizantes en la estructura del hidrogel, el cual puede irlos liberando lentamente, se asegura una adecuada nutrición vegetal, con un ahorro de uso de fertilizantes y maquinaria destinada a la fertilización.

En campañas de protección medioambientales. Estos polímeros también se emplean en el control de fugas o vertidos de productos tóxicos como el petróleo, que al mezclarse con el agua son absorbidos por el hidrogel rápidamente.

En la conservación de recintos deportivos. Al hidratarse, las partículas del hidrogel aumentan su volumen hasta 100 veces; posteriormente, al ceder su contenido de agua, se contraen. Este proceso genera un efecto aireado en el suelo, disminuyendo a su vez la cantidad de agua necesaria para el riego (hasta en un 75% en campos de golf), lo que incide directamente en el consumo de corriente eléctrica, con el consiguiente ahorro económico.

En electricidad y electrónica. Muchos cables de teléfonos se recubren de hidrogeles para que en el caso de una rotura no ocurran daños que podrían ser producidos por el agua ya que actúan como una barrera protectora evitando cortocircuitos.

La capacidad de estos materiales de cambiar su volumen mediante la absorción de líquido ayuda a simular el movimiento, empleándose en robótica para el diseño de músculos artificiales.

En la industria alimenticia. Una de las aplicaciones más importantes de los hidrogeles es su uso en el transporte y conservación de alimentos como pescado o derivados cárnicos ya que las bandejas se llenan de estos polímeros absorbiendo toda el agua debida a cambios de temperatura y que podría descomponer el alimento. Igualmente, al retener agua, pueden estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en los néctares, en salsas o en bebidas. También se usan para estabilizar la espuma de cerveza o la nata montada, fijar merengues, y en la elaboración de sopas deshidratadas, cereales, etcétera.

Algunos hidrogeles se forman cuando se añade algún componente externo. Así, la incorporación de sales de calcio permite la obtención de los geles que se utilizan para la fabricación de piezas preformadas con aspectos de hortalizas o trozos de fruta. El gel también puede formarse en presencia de azúcares como ocurre en el caso de la mermelada. Asimismo, se utilizan en la obtención de margarinas bajas en calorías al emulsionar mayor cantidad de agua en la grasa.

Muchos de los componentes de estos geles empleados en alimentación son compuestos naturales que se extraen normalmente de algas o árboles.

En estética e higiene personal. El mercado de la estética ofrece desde geles de ducha hasta geles anticelulíticos, los cuales tienen un principio activo que actúa sobre la piel

cuando se la masajea, facilitando la oxigenación de los tejidos, la circulación sanguínea y la eliminación de las toxinas. Existen también geles a base de calcio que se utilizan como blanqueador y agente hidratante para las uñas. Otros, fabricados a base de peróxido de carbamida son los que se emplean para el tratamiento de blanqueado de los dientes. Otros geles incorporan fragancias en sus redes, las cuales se van liberando con la acidez de la piel.

En medicina. Los geles han permitido un gran avance en el campo de la oftalmología, por ejemplo en la fabricación de las lentes de contacto mediante hidrogeles permeables al oxígeno. Otro ejemplo lo constituye el tratamiento de la presbicia o vista «cansada», que afecta a casi todas las personas mayores de 40 o 45 años. Lo que ocurre a esa edad es que el cristalino se hace más rígido y es incapaz de adaptarse para enfocar objetos cercanos. La única solución por el momento es utilizar gafas o lentillas para corregir este trastorno; sin embargo, ya se están fabricando hidrogeles modificados tan blandos y con propiedades muy similares a las del cristalino de una persona de 20 años. Estos geles están diseñados para poder licuarse y ser inyectados en el ojo del paciente, reconstituyéndose luego bajo las condiciones fisiológicas adecuadas, lo que implica una cirugía menos invasiva que la inserción de una lente artificial.

Muchos colirios están fabricados a base de hidrogeles para paliar el intenso drenaje acuoso provocado en la secreción lagrimal y pestañeo, haciendo que el fármaco que contiene atrapado entre sus mallas entre más fácilmente en las estructuras del ojo.

En odontología se han diseñado geles para eliminar el material deteriorado de los dientes sin dañar las encías ni el material dental sano.

Los geles poliméricos también se usan en la fabricación de prótesis cardíacas y mamarias, así como guantes quirúrgicos. Asimismo, poseen una importante aplicación en el diseño de microbicidas vaginales con textura líquida a temperatura ambiente, facilitando su colocación y que sirven como barrera frente a virus y bacterias. Una vez en el organismo, se solidifica gracias a la temperatura corporal. Después de cumplir su función, estos geles se biodegradan y se reducen a pequeñas moléculas que se integran a los ciclos biológicos habituales del organismo.

Otro de los usos más espectaculares se ubica en el campo de los implantes y la reconstrucción de partes del cuerpo humano. La pérdida total o parcial de un tejido, como así también la pérdida de la función de un órgano, es uno de los problemas más graves y costosos de salud de un ser humano. Investigaciones con hidrogeles poliméricos han demostrado que estos materiales pueden dirigir el crecimiento y desarrollo de las células madre, actuando como una especie de «andamio», que proporciona la ayuda o «pistas» necesarias para transformarse en células más maduras, ya que imita el entorno que las células suelen ver en el cuerpo. Igual funcionarían con pacientes de artritis, donde las células madre de la medula ósea formarían un nuevo cartílago. Una vez formado el nuevo tejido, el polímero (andamio) se biodegrada, haciendo posible así la recuperación del propio cartílago.

La utilización de hidrogeles como soporte de fármacos para regular y dosificar su incorporación es una técnica de gran utilidad. Cuando un fármaco es colocado en una matriz de hidrogel, el agua es absorbida dentro de la matriz y las cadenas se relajan, per-

mitiendo la liberación del fármaco a través de los espacios o canales de la red del hidrogel. Esto permite mantener una concentración terapéuticamente efectiva del fármaco en el sistema circulatorio, durante un largo período de tiempo, reduciendo los efectos secundarios de una dosis única. La difusión de fármaco a partir de la matriz de hidrogel hinchada dependerá de factores estructurales del componente polimérico, con los que se podrá jugar para obtener una liberación óptima en cada caso. Muchas de las cápsulas que nos tomamos están hechas de hidrogeles poliméricos. En ellas se introducen las moléculas de los fármacos y en nuestro organismo se abren liberando su contenido como respuesta a una determinada señal química, por ejemplo, al llegar a la sangre por la presencia de iones sodio. Bajo el mismo principio actúan los geles fabricados para eliminar los dolores musculares.

Sin duda, la continuidad de los investigadores nos permitirá en un futuro seguir disfrutando de nuevas aplicaciones de éstos y otros maravillosos materiales.