

Juguetes y polímeros superabsorbentes

Miguel Ángel Gómez Crespo¹, Alfonso Cañamero Lancha²

I.E.S. Victoria Kent, Torrejón de Ardoz, Madrid, España.

¹ mgomez@platea.pntic.mec.es

² alancha@telefonica.net

[Recibido en febrero de 2010, aceptado en septiembre de 2010]

En este artículo se presentan algunas aplicaciones lúdicas de los polímeros superabsorbentes, que pueden utilizarse para poner de manifiesto y estudiar las propiedades de los materiales.

Palabras clave: Polímeros superabsorbentes; Ciencia divertida; Propiedades de los materiales.

Toys and superabsorbent polymers

In this work we present some funny applications of superabsorbent polymers, which can be used to show, as well as to study, the properties of materials.

Keywords: Superabsorbent polymers; Fun science; Properties of materials.

Introducción

El desarrollo de la ciencia ha ido unido a la comprensión de los fenómenos de la naturaleza y a la posibilidad de transformarla. En muchas ocasiones, estas transformaciones resultan sorprendentes y van más allá de lo esperado por muchas personas, dando lugar a situaciones espectaculares o aparentemente mágicas. Desde que surge la ciencia moderna, ciencia y espectáculo han ido muchas veces de la mano (de Erice 2010); unas veces con un afán divulgativo, otras como ciencia recreativa y otras en la base de muchos números de magia. Un ejemplo de todo esto lo podemos encontrar en libros clásicos del siglo XIX como *Recreaciones científicas: la física y la química sin aparatos ni laboratorio y sólo por los juegos de la infancia*, de Gastón Tissandier (1880) o *La ciencia divertida*, de Tom Tit (1890). A finales del siglo XX, la divulgación científica y la ciencia recreativa tienen un gran auge y en los comienzos del siglo XXI proliferan los espectáculos de TV en los que aparecen secciones de “ciencia” con supuestos “científicos”, con apariencia de locos. El problema, en muchos casos, es que tienen mucho de espectáculo y muy poco de ciencia, parece que lo único que importa es que haya grandes explosiones, llamas, descargas eléctricas, etc. pero no comprender lo que hay detrás de ello y por qué ocurren esos fenómenos tan “espectaculares”.

También los descubrimientos científicos están presentes en el desarrollo de los juguetes infantiles y, de hecho, materiales que se han diseñado originalmente con otros fines acaban convirtiéndose en juguetes de éxito. Por un lado, tenemos los juguetes científicos cuya misión es interesar a los niños en la ciencia y ayudarles a reflexionar sobre algunos fenómenos y conceptos. Por otro, tenemos juguetes que se han desarrollado aprovechando las propiedades de materiales diseñados con objetivos muy diferentes. Un ejemplo típico es la arena mágica, un juguete dirigido a los más pequeños y fabricado a partir de arena recubierta de una sustancia hidrófuga y un colorante. En su origen este material se diseñó con el objetivo de recoger los vertidos de petróleo en el mar: la arena se une a la capa aceitosa, va al fondo y allí se recoge (Cañamero 2008).

En este artículo vamos a describir algunas de las aplicaciones lúdicas de los polímeros superabsorbentes. Se trata de materiales desarrollados en la segunda mitad del siglo XX con

finas industriales y para la agricultura, pero que posteriormente se hicieron un componente indispensable de muchos productos, principalmente los pañales desechables y las compresas higiénicas; véase, por ejemplo, (Rodríguez Marqués 2002).

Polímeros superabsorbentes

Los polímeros superabsorbentes más utilizados son polímeros del ácido acrílico entrecruzado y copolímeros de este ácido con almidón, en forma de sales sódicas. Por ejemplo, en la fabricación de pañales se utiliza el poliacrilato de sodio. Estos polímeros son capaces de absorber grandes cantidades de agua. En algunos casos, con agua destilada, hasta 200 o 300 veces su propio peso. Cuando se trata de agua que contiene sales disueltas la cantidad de agua absorbida es menor. La explicación de por qué se hincha el polímero radica en razones tanto físicas como químicas. El polímero está formado por largas cadenas entrecruzadas que poseen grupos polares de carácter iónico (COO^- , Na^+), al añadir el agua se separan los iones Na^+ y los iones negativos que permanecen en la cadena se repelen entre sí produciendo un estiramiento de ésta, quedando así espacio para absorber una gran cantidad de moléculas de agua.

Hoy en día, estos polímeros tienen muchas aplicaciones (Olea Vega 2002): en la agricultura y jardinería, mejoran la retención del agua en el suelo; en aplicaciones medioambientales se utilizan como ayuda para la recogida de residuos tóxicos; en ingeniería y telecomunicaciones se utilizan como recubrimiento de cables conductores y en el sellado de juntas de hormigón bajo el agua; en la industria alimentaria sirven de absorbente de humedad en los envases; desde el punto de vista higiénico, como ya se ha dicho, se utilizan en la fabricación de pañales y compresas desechables; en medicina, como absorbentes de líquidos en cadáveres al realizar la autopsia; también se usan como liberadores de fármacos, en la pesca para retener el olor del cebo, etc. (Katime 2001).

Por último, desde una perspectiva más lúdica, se han utilizado en la fabricación de nieve artificial en pistas de centros recreativos, como efectos especiales en el cine y en la fabricación de algunos juguetes y elementos decorativos, de los que vamos a describir algunos ejemplos a continuación, indicando algunas aplicaciones didácticas.

La nieve instantánea

La nieve instantánea (*instant snow*) es un juguete que podemos encontrar en los bazares, principalmente en fechas navideñas (figura 1). Su objetivo es conseguir “efectos especiales”, como en el cine. Se vende en sobres que contienen un polímero superabsorbente finamente dividido, cuya composición es un copolímero de acrilato de sodio y almidón. Debido al pequeño tamaño de las partículas, la absorción de agua se realiza rápidamente de forma que el resultado final tiene un aspecto muy parecido al de la nieve. Funciona de manera muy sencilla, se echa el contenido del sobre en un recipiente, se añade agua y en poco tiempo observamos cómo se hincha el polímero apareciendo la nieve como por arte de magia (figura 2).

El fenómeno que tiene lugar puede verse también en el vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=Vais8pL0w8U>.



Figura 1. Nieve instantánea.



Figura 2. El polímero antes (izquierda) y después (derecha) de añadir el agua.

Esta experiencia nos puede servir para estudiar la importancia del tamaño de las partículas en el fenómeno de absorción de agua. Si disponemos de las bolitas que se utilizan para los floreros podemos triturarlas, aunque es difícil porque el material es bastante duro, y observaremos cómo efectivamente la absorción de agua es mucho más rápida pero no conseguiremos el efecto de nieve instantánea.

Perlas de agua

Las denominadas “perlas de agua” o “cristales de agua” son pequeñas porciones de un polímero superabsorbente (poliacrilato de sodio o un copolímero de acrilamida y acrilato de potasio) que se venden en forma de bolitas o pequeños cubos en algunas floristerías y bazares. Podemos encontrarlas en varios colores, según el colorante añadido al polímero (figura 3). Se suelen colocar en un florero al que se añade agua; al cabo de unas 8 o 10 horas las bolitas se han hinchado completamente, absorbiendo, teóricamente, casi 200 gramos de agua por gramo de polímero. A la vez que tienen un fin decorativo, mantendrán la humedad de las flores. Con el paso del tiempo las bolitas van liberando el agua y disminuyen su tamaño, pero añadiéndoles más agua vuelven a estar como al principio; este ciclo de hidratación-deshidratación se puede repetir varias veces. Las bolitas pueden durar aproximadamente un año. También podemos echarlas, una vez hinchadas, sobre la tierra de alguna maceta cuando salimos de viaje ya que son un excelente almacén de agua.

Esta experiencia también da lugar a varias actividades para trabajar en el aula con nuestros alumnos, las cuales se detallan a continuación.

(a) Cálculo de la masa de agua absorbida en diferentes condiciones. Los alumnos pueden medir y comparar la masa de las bolitas antes y después de la hidratación para calcular la cantidad de agua absorbida en diferentes medios, colocándolas en agua destilada, agua del grifo y agua con sal. En agua destilada la absorción de agua es máxima (180 g agua/g polímero) y mínima cuando se colocan en agua salada (130 g agua/g polímero) debido a que los iones de las sales dificultan el estiramiento de las cadenas de polímero.

La acidez del medio también influye en la hidratación, el pH básico (por ejemplo, agua con hidrógeno carbonato de sodio) disminuye la capacidad de hidratación y el pH ácido (agua y vinagre) aún más.

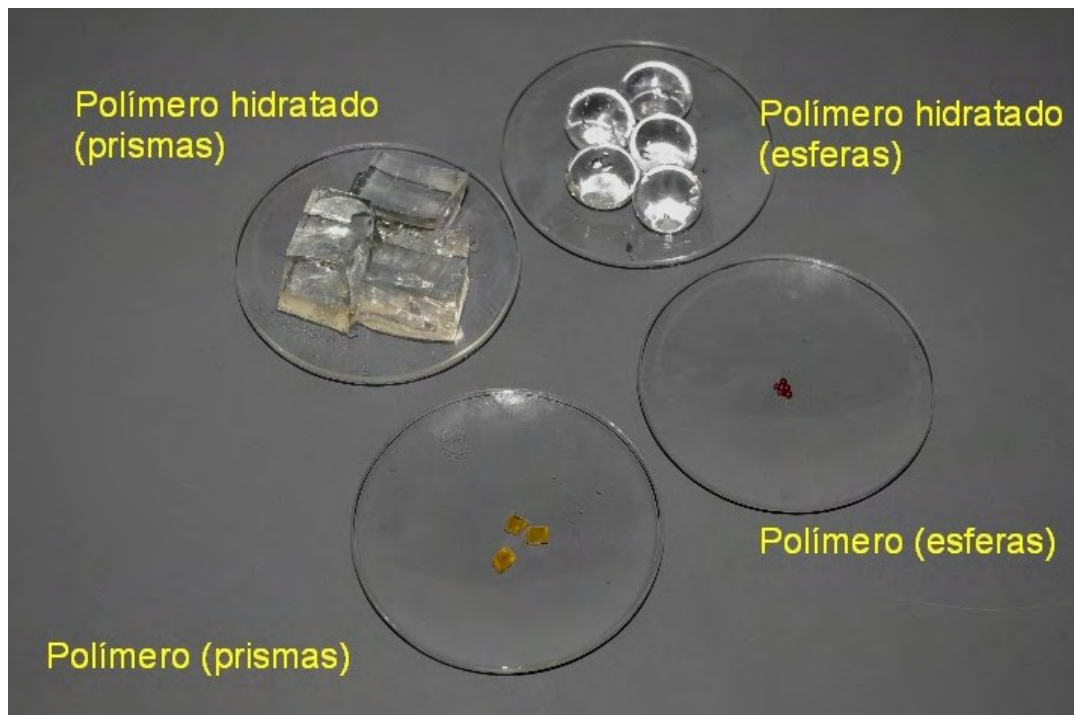


Figura 3. El polímero antes y después de la absorción de agua.

(b) **Propiedades ópticas.** El polímero, una vez hidratado, tiene prácticamente el mismo índice de refracción que el agua. Podemos demostrarlo haciendo pasar un rayo láser a través de un recipiente que contenga agua y bolitas de polímero de color, observamos que el rayo de luz no se desvía al pasar del agua al polímero, según se observa en la figura 4). Si empleamos las bolitas transparentes, cuando estén dentro del agua no podremos distinguirlos y serán “invisibles”.

Tomando una de las bolitas hinchadas y cortándola por la mitad podemos observar que tiene las características de una lente convergente, la bolita actúa como una lupa (figura 5).



Figura 4. Un haz de luz láser atraviesa un recipiente con agua y bolas del polímero. Cada segmento visible corresponde a una de las bolas de polímero.

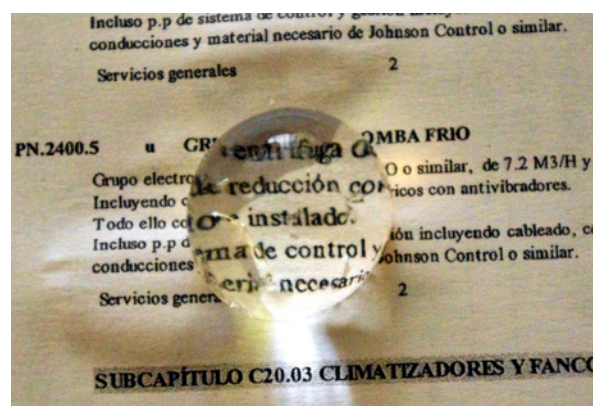


Figura 5. Una lente semiesférica de polímero.

El huevo mágico

El huevo mágico (*magic egg*) es un juguete de venta en bazares “Todo a cien” y similares, fabricado en China y dirigido a los más pequeños. Se trata de un huevo de plástico que se

pone en un recipiente con agua y se deja en remojo unos cuantos días. De él sale una extraña criatura (en unos casos un camaleón, como en la figura 6, en otros un dragón, etc.).

Cuando el huevo está sumergido en agua, ésta penetra por los dos agujeros que tiene en la parte inferior el agua. Al cabo de dos días, más o menos, el huevo comienza a romperse y vemos cómo comienza a salir de su interior el animal que oculta. Esta criatura absorbe el agua y va creciendo día a día, saliendo del huevo, y en aproximadamente una semana alcanza su máximo tamaño (figura 6). Cuando se deja secar, al animal encoge y recupera su tamaño inicial, el mismo que tenía en el interior del huevo. Si se vuelve a poner en agua, vuelve a crecer, pudiéndose repetir el proceso bastantes veces.

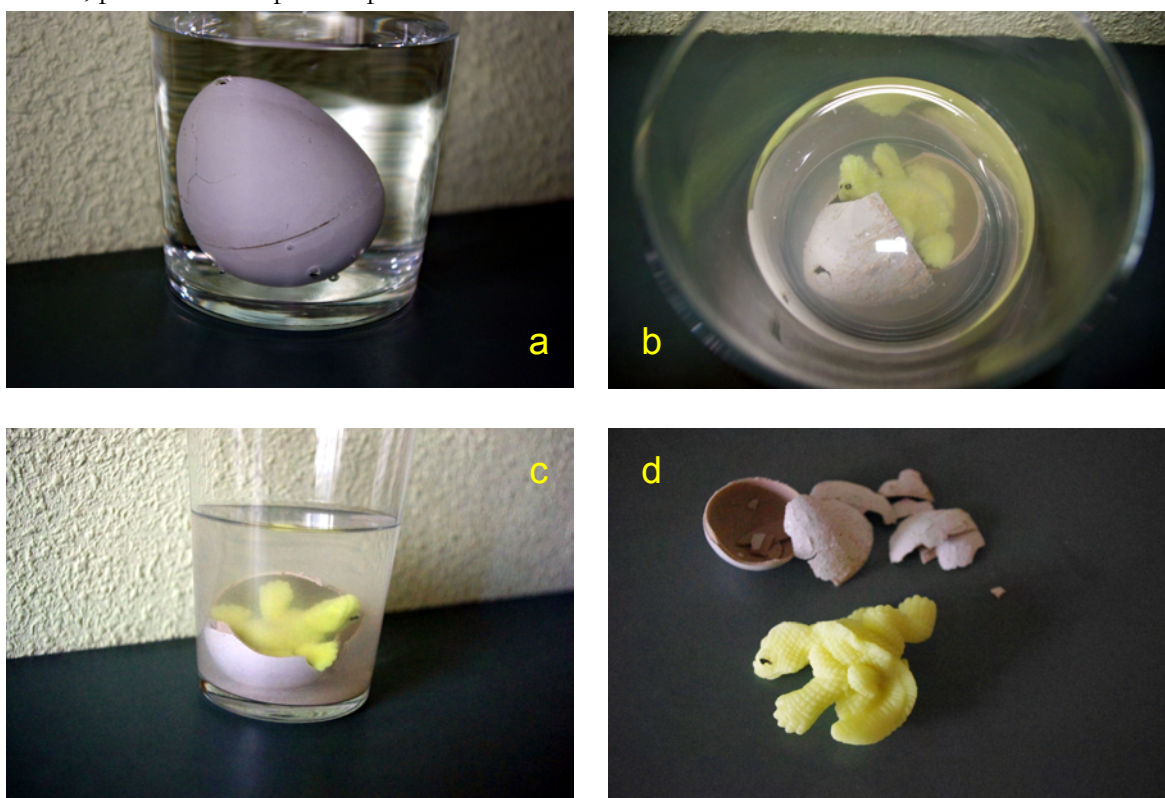


Figura 6. Huevo mágico. En las fotos podemos ver una secuencia del comportamiento del huevo, desde que se introduce en el agua (a), hasta que el animal consigue salir al exterior (d).

El pequeño animal está fabricado de un polímero superabsorbente, un derivado del poliacrilonitrilo, mezclado con glicerina y etilenglicol. El resultado es un gel con textura de goma, fuerte y resistente. El material puede absorber, en teoría, hasta 300 o 400 veces su peso en agua destilada. En el caso del experimento mostrado en las fotos, realizado con agua del grifo, el camaleón llegó a absorber 10 veces su propio peso en agua, en un tiempo de una semana.

Este material superabsorbente se desarrolló inicialmente, en 1966, por el departamento de Agricultura de Estados Unidos. Su objetivo era absorber el agua utilizada en la limpieza de vertidos de fuel en terrenos agrícolas.

En las aulas de secundaria, además de servir como un fenómeno curioso y motivador, lo hemos utilizado para poner de manifiesto y estudiar las propiedades de los materiales. Además, funciona bien como experiencia casera en la que el alumno debe ir tomando datos día a día del desarrollo del fenómeno. También permite llevar un registro de medidas de masa

y longitud en función del tiempo, desarrollando de esta manera algunas de las capacidades que se ponen en juego en la investigación.

Referencias

- Cañamero A. (2008) Arena mágica. *El rincón de la Ciencia* nº 45. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/practica2/repuls/repuls-4/repuls-4.htm>. (consulta realizada en mayo de 2010).
- de Erice D. S. (2010) La ciencia del show business. *Caos y Ciencia. Apuntes de divulgación científica*. <http://www.caosyciencia.com/ideas/articulo.php?id=190110>. (consulta realizada en mayo de 2010).
- Katime I. (2001) Hidrogeles inteligentes (Grupo de nuevos materiales de la Universidad del País Vasco, EHU-UPV) <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/publicados/katime.pdf> (consulta realizada en mayo de 2010).
- Olea Vega F. (2002) Algunas aplicaciones curiosas de los polímeros superabsorbentes. *Encuentros en la Biología* nº 76. <http://www.encuentros.uma.es/encuentros76/polimeros.htm> (consulta realizada en mayo de 2010).
- Rodríguez Marqués P. (2002) ¿Cómo funciona un pañal? *El rincón de la Ciencia*, nº 15. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-39/RC-39.htm>. (consulta realizada en mayo de 2010).
- Tissandier G. (1880) *Recreaciones científicas: la física y la química sin aparatos ni laboratorio y sólo por los juegos de la infancia*. Reedición (1981). Barcelona. Editorial Alta Fulla.
- Tom Tit. (1890) *La ciencia divertida*. Reedición (1992). Palma de Mallorca. José J. de Olañeta, Editor.