

Materiales con memoria

Se conoce como "Memoria de los materiales" la capacidad que tienen determinados materiales para adoptar la forma que tenían a una determinada temperatura, cuando se calientan a dicha temperatura, en definitiva, es como si recordaran la forma.

Esta característica la descubrió de forma casual William J. Buchler en 1958 cuando trabajaba con una aleación de níquel y titanio haciendo cabezas cónicas para misiles en los laboratorios NICKEL TITANIUM NAVAL ORDNANCE LABORATORY de Maryland y a dicha aleación la denominó NITINOL, resultado de la unión de las iniciales del nombre de los laboratorios. Cuando este hecho se dio a conocer en una de las reuniones científicas de estos laboratorios, los asistentes no

salían de su asombro al comprobar como una tira de la aleación cambiaba de forma con solo calentarla con un encendedor de cigarrillos. Buchler se puso en contacto con Frederick E. Wang, experto en propiedades de los cristales, para que le ayudara a explicar aquel fenómeno y podríamos decir que la causa de este comportamiento se da a conocer en el trabajo de Wang, Buehler y Pickart (1965) sobre el estudio de un cristal aislado de la aleación de níquel-titanio mediante difracción de rayos X.

La causa es un cambio de la estructura tipo martensita a tipo austenita y la temperatura de transición depende de la composición, siendo la más interesante la de las aleaciones en las que níquel y titanio están en la proporción equiatómica, es decir, níquel-titanio 1:1. No obstante variando la composición se puede conseguir que la temperatura de transición varíe desde -50°C a 166°C . Se trata de un balanceo entre los átomos de níquel y titanio que podrían ocupar los vértices o el centro de la celda cubica unidad por un simple desplazamiento, como si se produjera una pequeña distorsión en los enlaces. El estudio de Ellis (1993) sobre este tema es bastante claro y se podría recomendar a nivel didáctico para profesores y alumnos de último curso de bachillerato o primero de universidad. Este cambio de estructura conlleva un cambio en las propiedades físicas que se puede apreciar incluso en el tacto o en el

ruido que hace cuando se deja caer un hilo de nitinol que varía según en la fase en que se encuentre.

Dicha propiedad está revolucionando con muy diversas aplicaciones la medicina y la industria. Como ejemplos podríamos citar:

- Grapas que sirven para coser un hueso que ha sufrido una fractura que basta con clavarlas de un lado del hueso porque con el calor del cuerpo se doblan automáticamente los extremos, quedando rematado el cosido, con lo cual la operación quirúrgica se reduce a la mitad.

- Equipos utilizados en ortodoncias que se puede ajustar mejor al tamaño de la dentadura del paciente porque si le hacen daño como

sube la temperatura de la boca ellos solos se abren poco a poco hasta que adquiere la boca la temperatura normal.

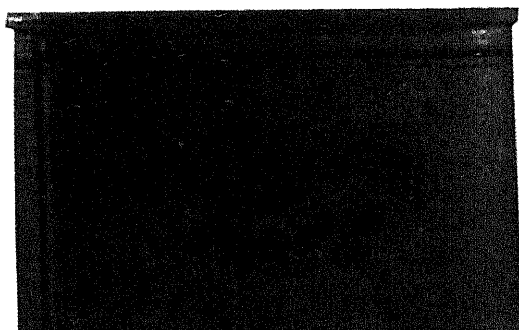
- Válvulas que regulan el flujo de un fluido en función de la temperatura que se utilizan en marcas de coches como los Diesel de la Mercedes Benz.
- Dispositivos para limpiar o investigar el funcionamiento de las vál-

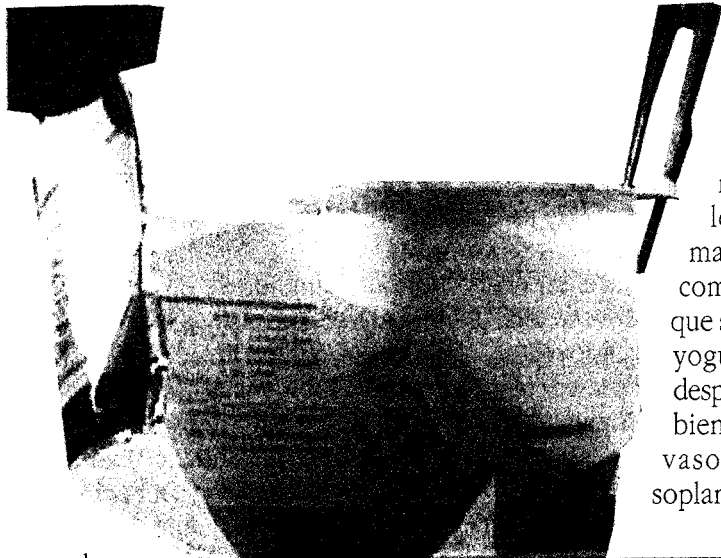


Manuela Martín Sánchez,
Facultad de Educación,
Universidad Complutense,
Madrid



M^{ra} Teresa Martín Sánchez,
IES "Fernando de Rojas",
Salamanca





vulas del corazón o de los vasos sanguíneos.

- Gafas cuya armadura se puede doblar con el calor de las manos para guardarlas en el bolsillo, y al sacarlas quedan rígidas.
- Estatuas que con el calor se estiran o se encogen, como la conocida "Esperanza-Desesperación" de Olivier Deschamps que representa una mujer de rodillas con un niño en brazos que según la temperatura se dobla dejando al niño en el suelo o lo sube hacia el cielo.
- Diversos artilugios de los prestigiatadores, etc.

En el Instituto de Enseñanza de la Química (ICE) de la Universidad de Wisconsin han diseñado varios dispositivos que sirven para demostrar a los alumnos en qué consiste la memoria de los materiales, quizás el más curioso sea el "thermomobil" de Kauffman (1998). Varias casas de materiales, como Mondotronics o Edmund Scientific, venden paquetes de hilos de nitinol que pueden utilizar con este fin.

Esta propiedad de volver a una determinada forma que tenían a cierta temperatura cuando se adquiere dicha temperatura la tienen también determinados

materiales plásticos, por eso nosotros, para demostrar en que consiste la memoria de los materiales, utilizamos un material tan barato como un vaso de los que se utilizan para los yogures individuales después de estar vacío, bien limpio y seco. El vaso se ha hecho soplando una lámina de plástico, a una temperatura de unos 130°C, dentro de un molde para que adquiriera esa forma. Si el vaso se calienta de nuevo a

130° se convierte otra vez en lámina porque recuerda su forma.

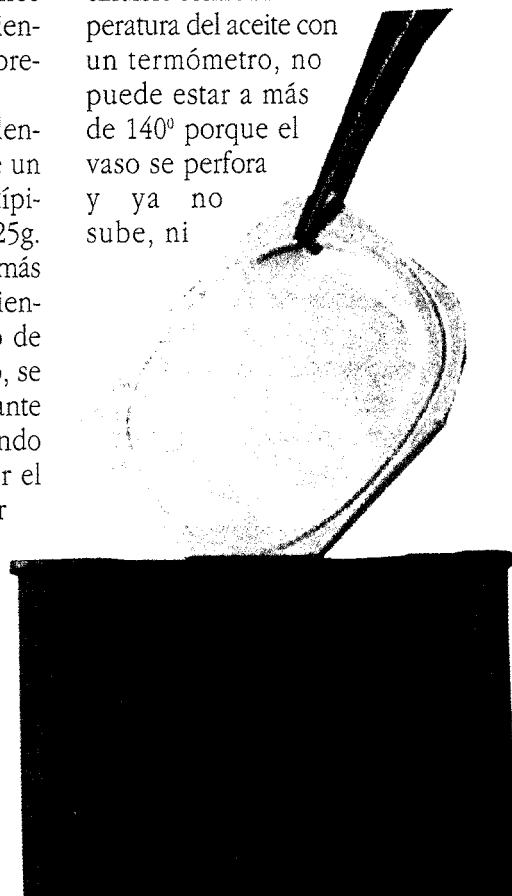
Para calentarlo a 130°C utilizamos dos métodos: un baño de aire caliente o aceite que hemos calentado previamente.

El primer método consiste en calentar, con un mechero de gas, sobre un trípode una caja metálica de las típicas de té inglés, la mejor es la de 125g. No se debe poner rejilla porque va más rápido. La primera vez que se calienta una caja puede echar un poco de humo por la pintura, para evitarlo, se puede calentar previamente, durante diez minutos, en una vitrina. Cuando la caja está caliente, y sin apagar el mechero, se cuelga el vaso del yogur dentro de la caja, utilizando los rebordes que tienen tanto el vaso como la caja. Inmediatamente el fondo del vaso comienza a subir con lo cual la etiqueta se despega y es fácil de quitar. Se extrae el vaso, se quita la etiqueta para que no se caiga dentro de la lata, porque se quemaría y echaría mucho humo, después de despegada la etiqueta, el vaso se colo-

ca de nuevo, que quede colgado, como antes en la caja y se sigue calentando hasta que queda una lámina de plástico en la parte superior de la caja metálica. Si no se dispone de la caja de té cualquier bote metálico de los que se usan en conserva de aceitunas, leche vaporizada, etc, son válidos, conviene al abrirlos dejarle un pequeño reborde para poder colgar el vaso sin que toque las paredes, ni el fondo.

El otro procedimiento es calentar aceite hasta 140°C y verterla sobre el vaso de yogur que está dentro de un recipiente más grande, vaso, cristallizador, etc. Al echar el aceite automáticamente el vaso se convierte en una lámina que queda colocada sobre la etiqueta, que sigue enrollada en forma cilíndrica, con lo cual como es evidente el aceite se vierte y es necesario recogerla por eso debe estar dentro de otro recipiente más grande.

Aunque los dos procedimientos son espectaculares, quizás, llama más la atención el segundo procedimiento por la rapidez con que produce el paso de vaso a lámina, pero tiene dos inconvenientes, por una parte, es imprescindible controlar la temperatura del aceite con un termómetro, no puede estar a más de 140° porque el vaso se perfora y ya no sube, ni



En el Instituto de Enseñanza de la Química (ICE) de la Universidad de Wisconsin han diseñado varios dispositivos que sirven para demostrar a los alumnos en qué consiste la memoria de los materiales, quizás el más curioso sea el "thermomobil" de Kauffman (1998).

menos porque la temperatura de transición es del orden de 130°C y siempre se enfría al verterla,

y por otra parte es necesario limpiar el aceite, los recipientes, el termómetro etc. También resulta interesante en el primer procedimiento observar como va subiendo poco a poco el fondo del vaso, formando como una especie de ampollas, hasta que queda una lámina completamente plana

Es imprescindible que el vaso esté completamente limpio para que el experimento salga bien.

Las bandejas de plástico que se utilizan dentro de las cajas de los bombones con huecos, según la forma del bombón para colocar cada uno de ellos, también están modelados de forma similar a los vasos de yogur, si se calientan se convierten en una lámina plana.

Como complemento de estos experimentos disponemos de hilos de nitinol de unos 8 cm de largo que se pueden enrollar en un dedo haciendo una espiral y comprobar que al echarlos en agua caliente se estiran tomando

otra vez la forma recta. Este experimento se puede hacer perfectamente

sobre el retroproyector, incluso el propio calor del retroproyector puede ser suficiente para que vuelva a la forma recta, si no se puede utilizar una cápsula de petri con agua caliente. Cualquiera de las formas que se adopte se deber tener la precaución de colocar una cápsula de petri, rápidamente, tapando porque al estirarse salta como si fuera un muelle que está comprimido, y al final es difícil localizar donde


ha ido a parar.

Este experimento lo hacemos con alumnos de edades muy diferentes y planteado de formas totalmente distintas según la edad. Si se trata de alumnos de ESO, la parte experimental consideramos que debe estar a cargo del profesor y que los alumnos deben de observar lo que suce-

de. Con alumnos de niveles superiores serán ellos mismos los que lo realicen. En cualquiera de los casos es recomendable hacerlo de las dos formas y que los alumnos intenten buscar por qué el resultado final en los dos casos es el mismo. Deberán llegar a darse cuenta de que lo que sucede es que recuerdan la forma y como se trata de recordar algo, ellos mismos, deberán proponer como nombre "memoria"

A nivel elemental será suficiente que lleguen a entender lo que significa "materiales con memoria" y conozcan las aplicaciones más importante leyendo artículos de revistas de divulgación, los alumnos de nivel superior deberán de saber como se puede explicar este cambio por la relajación y distorsión de los enlaces que dan lugar a

cambios de estructura y podrán hacer otros estudios sobre la variación de las propiedades físicas.

Los experimentos son lo suficientemente espectaculares como para que sea fácil captar el interés de los alumnos por buscar una explicación a comportamientos tan extraños a simple vista. 

ESTA CARACTERISTICA LA DESCUBRIO DE FORMA CASUAL WILLIAM J. BUCHLER EN 1958 CUANDO TRABAJABA CON UNA ALEACION DE NIQUEL Y TITANIO HACIENDO CABEZAS CONICAS PARA MISILES. A DICHA ALEACION LA DENOMINO NITINOL.

ESTA PROPIEDAD DE VOLVER A UNA DETERMINADA FORMA QUE TENIAN A CIERTA TEMPERATURA CUANDO SE ADQUIERE DICHA TEMPERATURA LA TIENEN TAMBIÉN DETERMINADOS MATERIALES PLASTICOS.

BIBLIOGRAFIA

- Ellis, A.B., Geselbracht, Johnson, B.J., Lisensky, G.C. and Robinson, W.R. (1993) Teaching General Chemistry: A Materials Science Companion, American Chemical Society, Washington.
- Gisser, K.R.C. and alt. (1993), Nickel -Titanium Memory Metal, Journal of Chemical Education, 71, 4, 334-340.
- Kauffman, G. and Mayo, I. (1998), The Thermobile: A Nitinol -Based Scientific Toy, Journal of Chemical Education, 75, 3, 313-314.
- Kauffman, G. and Mayo, I. (1993) "Memory Metal", Chem Matters, October, 4-7.
- Martín Sánchez, M. and M^ºT, Parejo, C. (1993) Materials with memory, Chem 13, 224, p.3.
- Wang, F.E., Buehler, W.J. and Pickart, S.J. (1965) Crystal Structure and a Unique "Martensitic" transition of TiNi, Journal of Applied Physics, 36, 3232-3239.