

DEL VIDRIO DE LA ANTIGÜEDAD A LA FIBRA ÓPTICA

M^a Pilar García García

Escuela de Ingenierías Industriales (UEX). Área de Química Analítica

Pilar Suárez Marcelo

Área de Física Aplicada

APUNTES HISTÓRICOS

En un tiempo remoto, hace más de tres mil años, un grupo de mercaderes fenicios regresaban de Egipto a su patria llevando consigo sacos llenos de carbonato de sosa que empleaban para lavar. Al llegar a la orilla del río Belus, fatigados por el largo viaje, decidieron plantar sus tiendas en la ribera y encendieron fuego con un poco de leña. Buscaron piedras para colocar una marmitta y cocer su comida pero, como no las encontraron, cogieron algunos trozos de carbonato de sosa, apoyaron sobre ellos la marmitta y cocinaron la carne que habría de servirles de cena. Después de comer se fueron a dormir mientras el fuego ardía sobre la fina arena del río.

A la mañana siguiente, cuando se disponían a poner de nuevo la marmitta sobre el fuego, quedaron muy sorprendidos por que los bloques de carbonato de sosa se habían convertido en una materia desconocida, brillante y transparente. Los fenicios pensaron que los genios del lugar habían realizado el prodigio. Sin embargo, un viejo sabio que se encontraba entre ellos observó que la arena que estaba bajo los bloques de carbonato de sosa también había desaparecido, se había fundido con ellos y había formado la materia reluciente.

Los fenicios trataron de repetir el experimento y por la noche vieron que de las cenizas brotaba un líquido rojo que se endurecía al enfriarse y formaba aquella extraña materia: el vidrio.

A pesar de que esta leyenda atribuye la invención del vidrio a los fenicios, existen otros relatos que consideran a los egipcios precursores del desarrollo de la industria vidriera.

Pero aunque el origen del vidrio es desconocido, hallazgos arqueológicos como el collar de cuentas de vidrio descubierto en las tumbas de Tebas, los espejos de Sakkara, cerca de Memphis, y los vidrios de las necrópolis del Alto Egipto muestran el enorme grado de perfección en el arte del vidrio de los egipcios.

En un principio la utilidad del vidrio estaba ligada a las manifestaciones religiosas y artísticas de los pueblos, por ejemplo, los etíopes confeccionaban cajas de vidrio para enterrar a sus muertos, y los persas vasos para guardar las cenizas. Los griegos en cambio, supieron imprimir su exquisito gusto artístico en la elegancia de las formas y produjeron objetos de vidrio primorosamente trabajados, aunque también nos legaron las primeras aplicaciones científicas como muestran los *espejos ustorios* de Arquímedes formados por vidrios cóncavos donde se concentraban los rayos del Sol lo que les hacía adquirir una gran potencia incendiaria.

En Roma se utilizaron vidrios coloreados que imitaban a las piedras preciosas lo que dio un enorme empuje al arte del mosaico y a la fabricación de todo tipo de objetos decorativos. Muestra de ello son los

restos hallados en las excavaciones realizadas en Pompeya, después de que fuera sepultada por las lavas del Vesubio. Allí se encontraron vasos, copas y jarros de vidrios de formas muy variadas, que en su época alcanzaron precios fabulosos, y se descubrieron las vidrieras de colores, moldeadas por un procedimiento que no se conoció hasta dieciséis siglos más tarde.

Durante la Edad Media, los venecianos fueron los que mantuvieron la supremacía del arte vidriero. Hacia el siglo XIII, las vidrierías de Venecia llegaron a ser tan numerosas, que muchas debieron instalarse en la isla de Murano, y exportaron los productos de su arte hacia la India, el Asia Central y la China.



Lámpara de mezquita
Realizada en vidrio con esmaltes y dorados. Siria. Siglo XIV.

A mediados del siglo XVI, nace en Florencia el abate Antonio Neri, quien consagrado por entero a la ciencia quiso penetrar en los misterios de la fabricación del vidrio. Gracias a sus estudios pudo publicar una obra en siete tomos titulada "*En torno al arte vidriero*", que fue traducida al inglés, al alemán y al latín, y es considerado el precursor de la industria del vidrio.

Estudios posteriores, realizados también en Italia, llevaron a la obtención de un tipo de vidrio de una nitidez perfecta, el cristal, que Leonardo da Vinci y Galileo Galilei utilizaron para construir sus lentes, anteojos y demás artilugios ópticos.

La primera nación europea que se hizo independiente del monopolio veneciano fue Alemania, pues en el mismo siglo XVII, la región de Bohemia empezó a contar con importantes manufacturas, cuyos artífices se hicieron famosos en la fabricación de vidrios a partir de potasa.

Pero el gran desarrollo de la industria vidriera data únicamente de mediados del siglo XIX, coincidiendo con algunos perfeccionamientos introducidos por la Química, con la invención del horno Siemens y con el empleo de diversas materias que anteriormente no se usaban para la fabricación del vidrio.

Las investigaciones más notables sobre las propiedades de este material se deben a los alemanes Schott, Arbé y Foerster, quienes dieron origen a la fundación de la fábrica de vidrio Schott y Genessen. Posteriormente, Inglaterra y los Estados Unidos fundaron respectivamente el Instituto Técnico del Vidrio en la Universidad de Sheffield, y la Sección Técnica del Vidrio del «Bureau of Standards» de Nueva York.

SOBRE LA CONSTITUCIÓN, PROPIEDADES Y USOS DEL VIDRIO

Hoy día se sabe que el vidrio es un material sólido, transparente, reciclable y de gran resistencia térmica y química, que carece de una ordenación tridimensional de sus átomos lo que hace que sea, además, fácilmente moldeable. Fundamentalmente está constituido por silicatos de sodio y calcio cuya materia prima principal es la sílice.

Este material es muy abundante en la naturaleza, ya como mineral puro, formando cristales de cuarzo, o como componente esencial de multitud de rocas que, sometidas a la acción del tiempo, acaban disgregándose bajo la lenta pero persistente acción de los agentes atmosféricos, y forman la arena. Ésta, se deposita en un crisol junto con roca caliza y ceniza de sosa constituyendo una mezcla que, calentada hasta fundirla y enfriada posteriormente, da lugar al vidrio.

Además, añadiendo otros componentes, se pueden obtener también vidrios de diferentes coloraciones, por ejemplo, el vidrio verde contiene hierro, el manganeso le proporciona una tonalidad violeta y el vidrio azul debe su color a la presencia de cobalto.

Actualmente, para fabricar vidrios industriales económicamente rentables, se añaden a la mezcla original cal y óxido de sodio, con lo que se consigue un punto de fusión más bajo, con el consiguiente ahorro energético, y una viscosidad menor que facilita su moldeo. Las proporciones entre estos componentes se ajustan para obtener las propiedades deseadas de acuerdo con el uso a que se destinen los productos, por ejemplo, es muy diferente la forma

de elaborar un vidrio para botellas, uno para ventanas, u otro para bombillas, aún siendo los tres de la misma composición básica.

En ocasiones es necesario fabricar vidrios que requieren propiedades muy específicas para usos muy concretos, lo que se consigue mediante la adición de otros componentes o sometiéndolos a tratamientos especiales. Por ejemplo, el vidrio pyrex se caracteriza por tener un alto contenido de sílice y una pequeña proporción de boro, además de sus otros componentes, lo que le confiere un gran resistencia química y térmica que se aprovecha para elaborar material de laboratorio y recipientes domésticos para cocinar; los vidrios de seguridad incluyen una lámina de plástico transparente entre dos de vidrio lo que los hace más resistentes al impacto y evita el astillado en caso de rotura, por lo que se suelen emplear para la fabricación de parabrisas de automóviles; los esmaltes son vidrios opacos y coloreados utilizados para recubrir metales, cuyas características varían mucho según se deseen efectos artísticos o de protección química.

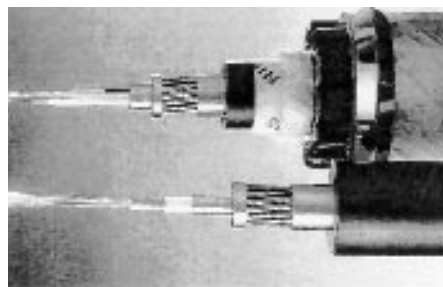
Hace escasos años, un grupo de investigadores de la Universidad de Kioto liderados por el Dr. Kokubo, anunció haber descubierto nuevos vidrios de gran interés, a los que denominaron biomateriales vítreos. Uno de ellos es el bioglass, en cuya composición participan el sodio, el calcio y el fósforo, lo que le confiere una gran resistencia mecánica, superior a la del hueso humano y que lo hace compatible con él. Debido a estas propiedades se emplea como recubrimiento de piezas quirúrgicas de titanio o de acero inoxidable para evitar rechazos del

organismo, como relleno o como piezas unitarias (vértebras).

En trabajos posteriores, esos mismos científicos han conseguido ampliar las aplicaciones del bioglass incorporando a su composición óxidos de hierro. Estos materiales se colocan alrededor de un tumor, encapsulándolo, y se someten a un campo magnético externo que produce un calentamiento local, de unos 44 °C, capaz de acabar con las células malignas.

Otra aplicación del vidrio que ha irrumpido con fuerza en nuestras vidas y que ha revolucionado el mundo de las comunicaciones y del diagnóstico médico es la fibra óptica.

La idea de emplear la luz reflejada por el vidrio como vehículo para la comunicación es muy antigua porque ya los egipcios utilizaban espejos para desviar la luz solar y hacer señales. Hoy, las conversaciones telefónicas, los datos de los ordenadores y las imágenes de televisión se transmiten gracias a la reflexión de la luz en el interior de unas fibras de vidrio más delgadas que un cabello humano, que tienen una gran resistencia mecánica y que se denominan fibras ópticas.



Cables submarinos de fibras ópticas

Desde el punto de vista industrial, el primero en intuir las posibilidades de empleo de las fibras ópticas para la transmisión de mensajes fue el físico y logoterapeuta americano Alexander Graham Bell, inventor del teléfono, aunque hubo que esperar hasta aproximadamente 1960, coincidiendo con los avances en los estudios del láser, para que los trabajos sobre fibras ópticas cobrasen importancia. A finales del 1960 la British Post Office (actual British Telecom), hizo experiencias empleando fibras ópticas, aunque no fueron muy satisfactorias por las altas atenuaciones de los materiales empleados.

La British Post Office continuó con su interés en desarrollar esta tecnología y encargó a un grupo de científicos el desarrollo de nuevos materiales. El éxito de estos científicos fue debido a la utilización de cuarzo purísimo, en vez de emplear vidrio común.

Las fibras ópticas constan de un núcleo fabricado con cuarzo al que se le añaden pequeñísimas cantidades de impurezas para mejorar sus características, y de un recubrimiento también de cuarzo. Para su fabricación se parte de un molde llamado industrialmente "perform" que consiste en un cilindro, de 15 a 50 centímetros de diámetro, uno de cuyos extremos es calentado en un horno de inducción hasta la temperatura de fusión (unos 2200 °C), y, mediante un cabrestante es estirado con una tensión regulada para conseguir el diámetro de la fibra previsto, que en el caso de las buenas fibras de comunicaciones es del orden de 125 micras (una micra equivale a la millonésima parte de un milímetro). Una vez enfriada la fibra se recubre con una capa de plástico mucho más gruesa, para protegerla y hacerla más manejable,



Hoy día se sabe que el vidrio es un material sólido, transparente, reciclable y de gran resistencia térmica y química, que carece de una ordenación tridimensional de sus átomos lo que hace que sea, además fácilmente moldeable. Fundamentalmente está constituido por silicatos de sodio y calcio cuya materia prima principal es la sílice



lo que la hace aumentar su diámetro hasta los 0,25 milímetros y más.

El viaje de las ondas luminosas a través de una fibra óptica se inicia en una fuente de luz, generalmente un láser, que se coloca junto a uno de los extremos de la fibra. La luz emitida por la fuente ilumina el núcleo de la fibra, y una parte de ella es transmitida a lo largo del eje del núcleo mientras que otra incide en la superficie interior del mismo. Una porción muy pequeña de esa luz incidente atraviesa el recubrimiento y es absorbida por el revestimiento externo, mientras que el resto se refleja hacia el interior del núcleo y avanza hasta chocar de nuevo con las paredes de éste repitiéndose el proceso a todo lo largo de la fibra.

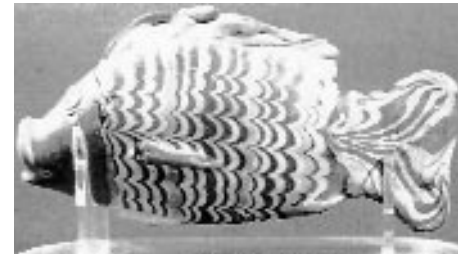
El auge de las fibras ópticas se debe sobre todo a las ventajas que aporta su uso frente al de los cables convencionales, sobre todo una vez resueltos los inconvenientes de cortar y empalmar unas fibras con otras, porque, comparativamente, admiten un mayor volumen de comunicaciones simultáneas, transmiten los mensajes con mayor velocidad, tienen muchas menos pérdidas que éstos, su peso es inferior y son bastante más delgadas que ellos.

Además, la posibilidad de doblar los cables de fibras ópticas sin que se mermen sus propiedades ha hecho que se extienda su uso a la medicina donde son empleados para realizar reconocimientos en lugares de difícil acceso del cuerpo humano, permitiendo incluso, si es necesario, fotografiar el interior de los órganos del paciente, y para practicar operaciones mediante cirugía de mínima invasión.

EPÍLOGO

La leyenda cuenta que hace más de tres mil años los fenicios descubrieron por casualidad el vidrio y el legado histórico da fe de que por esa época, los egipcios fabricaron un pez de vidrio opaco con cabeza azul, escamas blancas y aletas amarillas. Sea como fuere, poco podían imaginar estas civilizaciones la cantidad de aplicaciones que hoy día existen de este material, a pesar de que, habituados a él, no nos demos cuenta de la trascendencia que en nuestra vida tiene su empleo.

El grado de refinamiento en su fabricación está aproximándose a los límites intrínsecos impuestos por el propio vidrio. Este logro no es el



Recipiente de cosméticos. Egipto. 1350 a.C.

resultado de una simple intuición o invención, sino la consecuencia de un trabajo esmerado y laborioso para potenciar todos los factores que contribuyen a la mejora de la calidad del producto. Sin embargo, el futuro dirá hasta dónde puede desplegarse la imaginación de los investigadores para conseguir nuevos avances tecnológicos con este material.



Aunque el origen de vidrio es desconocido, hallazgos arqueológicos como el collar de cuentas de vidrio descubierto en las tumbas de Tebas, los espejos de Sakkara, cerca de Memfis, y los vidrios de las necrópolis del Alto Egipto muestran el enorme grado de perfección en el arte del vidrio de los egipcios

