

ÁNGEL CABALLERO CUESTA

Cerámica y vidrio son materiales íntimamente ligados a la historia de la humanidad. Los sectores productivos dedicados a su explotación cuentan con gran raigambre entre la industria de nuestro país. Para dar continuidad a una actividad que representa alrededor del 1,8 % del PIB, es preciso desarrollar nuevas líneas de investigación que permitan hacer frente a los retos científicos y tecnológicos planteados por la sociedad actual. El Instituto de Cerámica y Vidrio (ICV) del CSIC ha asumido un importante esfuerzo de investigación desde hace más de cuatro décadas, y hoy en día sigue inspirando el trabajo de un total de 135 personas. Al frente de este centro se encuentra Ángel Caballero Cuesta, quien considera necesario hacer un mayor esfuerzo en I+D+i, para mantener y reforzar la labor realizada por los brillantes investigadores españoles que trabajan en éste y otros muchos centros generadores de conocimiento.

¿A qué obedece este hermanamiento entre la cerámica y el vidrio? ¿Existe química entre ambos materiales?

Tanto la cerámica cocida como, posteriormente, el vidrio aparecen cuando el hombre primitivo aprende a controlar el fuego. Ambos materiales están íntimamente ligados a la historia de la humanidad. Las propiedades plásticas de la arcilla, origen de la cerámica, permitieron que el hombre pudiera moldearla fácilmente y, de hecho, su desarrollo fue tan grande que su vinculación a cada civilización permite marcar su cronología. El vidrio, aunque descubierto más tarde como subproducto de los fundidores de metales o, casualmente por la vitrificación accidental de algún barro cocido, está también presente en la naturaleza en forma de vidrio natural, en rocas eruptivas que durante su enfriamiento no llegaron a cristalizar. La obsidiana es la roca vítrea más significativa y la más usada por el hombre prehistórico en competencia con el sílex y otras rocas. Por tanto, estos materiales comparten una historia común con la humanidad y que, al hilo de la pregunta, podríamos decir que obedece a la existencia de una buena "química" entre ellos. Hablando con cierto rigor científico, la cerámica y el vidrio tienen en común que son materiales inorgánicos, no metálicos y, generalmente, obtenidos/consolidados a alta temperatura. Los fundamentos físico-químicos que explican su estructura/microestructura, sus propiedades y sus comportamientos son esencialmente los mismos, compartiendo además algunas de las materias primas, fundamentalmente silíceas y silicoaluminosas. La diferencia fundamental estriba en su ordenamiento atómico. Los materiales cerámicos presentan una red cristalina ordenada, mien-

tras que los vidrios son amorfos, aunque presentan un cierto grado de ordenación cristalina de muy corto alcance.

Ambos materiales sustentan sectores productivos de gran tradición en nuestro país. ¿Cree que la industria ha sabido buscar nuevas áreas de negocio y diversificar sus actividades para lanzarse a competir a los mercados internacionales con fuerzas renovadas?

Como bien dice, cerámica y vidrio son sectores productivos que cuentan con gran peso en nuestro país. Hoy en día representan alrededor del 1,8 % del PIB. La industria cerámica española, en su mayor parte de capital nacional, constituye junto con la italiana un referente mundial en alguno de sus sectores productivos. A modo de ejemplo, baste citar el área de pavimentos y revestimientos y el sector de fritas y esmaltes. Este último es un sector innovador y generador de tecnología que ha apostado fuerte por la I+D+i y está desarrollando continuamente nuevos procesos, que permiten fabricar productos de mayor calidad y valor añadido, que son exportados a todos los mercados y que, además, cuenta con plantas de producción en todo el mundo. La industria del vidrio más tradicional, como es el caso del vidrio plano, envases..., presenta un perfil diferente, puesto que las compañías más importantes instaladas aquí pertenecen a las grandes multinacionales del sector y, por tanto, sus estrategias de I+D+i, nuevas áreas de negocio y otros aspectos vienen determinadas, en gran medida, por las políticas de sus casas matriz. No obstante, en el sector de la transformación del vidrio existen empresas nacionales muy competitivas, que están haciendo un

gran esfuerzo en el desarrollo de los nuevos productos que demanda una sociedad cada vez más exigente.

¿El trabajo que realizan en el Instituto de Cerámica y Vidrio tiene como fin último el crecimiento y mejora de las industrias cerámicas y del vidrio de nuestro país? ¿Los empresarios del sector respaldan suficientemente la actividad que ustedes desarrollan? ¿Y la Administración?

El Instituto de Cerámica y Vidrio, creado en 1964, es un centro de investigación perteneciente al área de Ciencia y Tecnología de Materiales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y, como tal, es considerado un referente nacional, con una notable proyección internacional en el campo de los materiales cerámicos y vidrios. Desde su creación ha apostado por la generación de conocimiento científico, como la vía más adecuada para hacer frente a los retos científicos y, al mismo tiempo, poder transferir tecnología al sector productivo, bajo la convicción de que los desarrollos tecnológicos más innovadores se basan siempre en el conocimiento científico. Esta filosofía de trabajo ha permitido al centro, a lo largo de su dilatada historia, mantener una fuerte interacción con el sector industrial, lo que se traduce en que, aproximadamente, un tercio de los recursos anuales externos, unos dos millones de euros/año obtenidos por los investigadores del centro, provienen de dicho sector, aunque una parte importante de estos recursos sean, a su vez, financiados por programas de apoyo a las empresas de la propia Administración (programas Pacti, Profit, Petri...). Respecto a la Administración, que es quien hace el esfuerzo más impor-



“CONSIDERO QUE EL SISTEMA DE I+D+i ACTUAL DEBE SER REFORMADO PARA DOTARLO DE MAYOR AGILIDAD, ELIMINAR SU RIGIDEZ ADMINISTRATIVA, INCREMENTAR LOS RECURSOS Y FACILITAR LAS ACCIONES DE LIDERAZGO EN LA UNIÓN EUROPEA”

tante, el grado de respaldo es aún muy mejorable. Es necesario dotar con más investigadores a los centros, incrementar los recursos para mantener, mejorar y renovar las infraestructuras de investigación, abrir áreas y líneas de financiación prioritaria para líneas emergentes, etc. No se debe olvidar que el esfuerzo en I+D+i en nuestro país es del orden del 1,1 % del PIB, todavía muy alejado de la media europea que, en la actualidad, es superior al 2 %.

Usted ha sido testigo de los cambios registrados en el ICV durante los últimos años. ¿Qué avances le han sorprendido más y en qué terreno cree que aún queda camino por recorrer?

La evolución del centro se corresponde, a excepción de los últimos tres años, con la etapa del Instituto en Arganda del Rey (1972-2002), que ha sido la más importante en el devenir del centro. En ella se produjo la consolidación y el crecimiento del

mismo, se le dotó de una importante infraestructura científica, yo diría que la más completa en España en el campo de la cerámica y el vidrio. Sus recursos humanos se incrementaron hasta las 135 personas que, hoy en día, desarrollan su actividad en el Instituto. Se potenciaron las líneas de investigación y los proyectos relacionados con los nuevos materiales, en detrimento de los materiales más tradicionales. La generación de recursos se incrementó de forma notable y el peso de los proyectos de investigación respecto a la realización de ensayos, dictámenes y estudios, aumentó de forma espectacular. Es importante reseñar que los últimos 25 años se corresponden casi exactamente con el desarrollo de la política científica en nuestro país. En el año 1980 llegaron al centro los primeros proyectos de investigación financiados. Se incorporó una nueva generación de becarios y contratados, se destinaron recursos para

infraestructura y, en definitiva, se sentaron las bases del sistema de I+D+i del que disponemos actualmente. Respecto al camino que queda por recorrer, considero que el sistema de I+D+i actual debe ser reformado para dotarlo de mayor agilidad, eliminar su rigidez administrativa, incrementar los recursos y facilitar las acciones de liderazgo en la U.E. Tenemos que ser capaces de dar respuesta a los nuevos retos que la investigación demanda en áreas como los nanomateriales y las nanotecnologías, el desarrollo de nuevos materiales relacionados con la salud, el medio ambiente y la energía. En este tiempo, y referido a los avances científicos, se deben mencionar las investigaciones que permitieron el desarrollo de materiales cerámicos estructurales de alta tenacidad, cuya principal característica es la de permitir reducir, aunque no eliminar, la fragilidad intrínseca a los materiales cerámicos; el descubrimiento de los superconductores

cerámicos de alta temperatura; el desarrollo de biomateriales para la reparación ósea y las prótesis cerámicas; los materiales destinados al medio ambiente como filtros y membranas para la depuración de aguas o la filtración de gases, y los materiales para las nuevas formas de energía como son las pilas de combustible. El ICV ha sido pionero en nuestro país en el estudio y desarrollo de todos estos materiales.

Supongo que la formación académica impartida actualmente en las facultades es uno de los aspectos que ha experimentado una notable mejoría. ¿Se puede decir que la universidad española cuenta con una buena cantera de científicos e investigadores? ¿El Instituto se nutre de savia nueva procedente de las promociones de recién licenciados?

No cabe duda que la formación académica ha experimentado una notable mejoría y, en ese sentido, la propia universidad, los organismos públicos de investigación (OPIs), así como las empresas y la propia sociedad se beneficia de ello. No obstante, la formación adquirida por científicos e investigadores supera claramente la capacidad de nuestro sistema de I+D+i y del sector industrial para integrarlos. Este hecho da lugar a importantes frustraciones de jóvenes promesas y trae como consecuencia que, actualmente, esté disminuyendo el número de estudiantes que se matriculan en las facultades de ciencias y escuelas de ingeniería y que, cada vez, sea más difícil captar licenciados que quieran comenzar una carrera científica. En cuanto al otro aspecto de su pregunta, el Instituto se nutre de jóvenes licenciados, pero ha de resolver un problema adicional importante. La formación que reciben estos estudiantes en el campo de la cerámica y vidrio es limitada, ya que a excepción de la Universidad Jaime I de Castellón, que cuenta con una especialidad completa de dos años en cerámica, desde 1990, en el resto del país apenas existe esta oferta educativa. El Instituto suple esta carencia formativa impartiendo un curso completo de especialización en materiales cerámicos y vidrios para estudiantes de post-grado que, por lo general, cursan todos los estudiantes que se incorporan al centro.

¿Cuentan los profesionales españoles con el reconocimiento de la comunidad científica internacional?

Sin duda, este reconocimiento viene avalado por la calidad de las aportaciones realizadas y reflejadas en el importante número de publicaciones, en revistas de

alto factor de impacto, y por la presencia internacional en programas europeos. Actualmente se cuenta con una masa crítica de investigadores que trabajan codo a codo con otros investigadores procedentes de países de gran tradición científica. Se podría decir que hemos superado la figura de los solitarios y brillantes investigadores españoles que, o bien emigraban, o bien tenían que desarrollar su trabajo superando toda clase de adversidades. No obstante, no hay que olvidar que nuestro país no cuenta con una gran tradición científica, y que por ello nuestro esfuerzo en I+D+i debe acercarse al de los países de nuestro entorno. Es prioritario incrementar los recursos para la investigación como única manera de mantener y reforzar la labor realizada.

Las líneas de investigación del Instituto abarcan un amplio campo de estudio.

¿Cómo se mide el éxito de los equipos profesionales que realizan este trabajo?

En ciencia existen varios parámetros que se aplican de forma regular para evaluar la calidad y la excelencia de las investigaciones realizadas. Por un lado, el número de publicaciones realizadas en revistas indexadas en el Science Citation Index (SCI), su factor de impacto y las citas recibidas. Estos parámetros miden la capacidad generadora de conocimiento básico de nuestros investigadores. La asistencia como ponentes a los foros internacionales de prestigio suele ser el reconocimiento formal al trabajo realizado. Desde el punto de vista más aplicado o tecnológico, el desarrollo de proyectos de I+D+i con el sector industrial y su continuidad en el tiempo, dan fe de la validez de la investigación realizada y de su transferencia al sector productivo. Este tipo de trabajo produce una importante generación de recursos que permite cuantificar el grado de éxito. La generación de estos recursos es importante porque, no sólo significa una amplia transferencia de resultados de investigación al sector industrial, sino que, además, permite mantener las líneas más básicas de investigación. La licencia de patentes y el desarrollo de *know-how* son parámetros de fuerte impacto tecnológico, que también permiten cuantificar el grado de éxito de la investigación.

En los últimos años se ha producido una apuesta generalizada por el medio ambiente. ¿Qué se ha hecho en este terreno desde el Instituto?

El trabajo del Instituto se ha dirigido al desarrollo de líneas de investigación que permitan obtener nuevos materiales, capaces de dar respuesta a las demandas de

mejora del medio ambiente. Permítame mencionar algunos ejemplos: en un sector muy sensible a esta acción por su elevada emisión de gases y generación de residuos, como es la industria siderúrgica, el Instituto ha sido y es muy activo. Se han desarrollado materiales refractarios que han incrementado notablemente su vida en servicio y que han permitido reducir drásticamente la generación de residuos. Se han diseñado y sintetizado nuevos aditivos para escorias de acería, permitiendo reducir notablemente su poder corrosivo, y reducir el volumen de nueva escoria generada durante el proceso. En depuración se han desarrollado filtros y membranas cerámicas para depuración de aguas residuales. En energía se han desarrollado materiales y sistemas de sellado para pilas de combustible, cuya utilización masiva en automoción permitirá reducir drásticamente la emisión de gases de los vehículos a motor.

¿Cómo afrontan las empresas de la cerámica y el vidrio el compromiso adquirido por España con la Unión Europea relativo a la aplicación del Protocolo de Kyoto? ¿Peligra la supervivencia de las empresas del sector?

Las empresas de los sectores de la cerámica y el vidrio están llevando a cabo las reformas estructurales necesarias en sus procesos productivos, para poder reducir y controlar las emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes, y así poder cumplir con el Protocolo de Kyoto. El Instituto, en colaboración con la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, ha actuado como consultor en la elaboración de los informes y ha ayudado a definir las mejores técnicas disponibles (MTD), para poder cumplir con dichos compromisos. Al mismo tiempo, y a modo de ejemplo, el Centro también ha participado en el desarrollo de proyectos de I+D para el diseño de nuevos hornos de obtención de fritas y esmaltes mucho más eficientes, reduciendo el nivel de emisión de CO₂. Respecto a la segunda parte de su pregunta esta problemática no debe ser planteada como una amenaza, sino como una oportunidad, siempre que las empresas sean capaces de realizar las reconversiones necesarias, puesto que reducir las emisiones de los procesos productivos primarios, que son los principales generadores de dichas emisiones, significa, por lo general, hacerlos mucho más eficientes al conseguir importantes ahorros energéticos que permitan incrementar la productividad y amortizar las inversiones. Nada desdeñable es la mejora desde el punto de vista medioambiental que se produce en la empresa y su entorno cercano.