

CERÁMICA INDUSTRIAL



Prof. Dr. F.Guitián

Profesor Emérito de Ciencia y Tecnología de Materiales
Director del Instituto de Cerámica de Galicia
Universidad de Santiago de Compostela



Según la definición de un viejo profesor de la Universidad de Berkeley, un material es la sustancia de la que se hacen las cosas. Cuando miramos a nuestro alrededor, vemos objetos, dispositivos, edificios y es fácil darse cuenta de que estas cosas están fabricadas con distintas clases de materiales: metales, polímeros o plásticos, cerámicas o materiales compuestos.

Las cerámicas se definen como materiales inorgánicos no metálicos, fabricados por un procesamiento térmico, es decir, por cocción a alta temperatura. Acompañan a la humanidad desde el principio de los tiempos y hoy en día pueden clasificarse de muchas formas.

Una primera clasificación nos permite dividir las cerámicas en dos grandes grupos: cerámica artesanal –en la que las piezas son fabricadas

de una en una por profesionales de la artesanía, la alfarería o el arte, mediante procedimientos muy manuales– y cerámica industrial –la que se fabrica en serie, en instalaciones industriales adecuadas–.

Otra posible categorización, bastante arbitraria, es la que diferencia entre la cerámica tradicional y la cerámica avanzada. Aunque muchos autores no están de acuerdo, sería tradicional la cerámica que se fabrica desde hace cientos de años –como la porcelana, los ladrillos y los pavimentos de gres–, mientras que la cerámica avanzada sería aquella que se obtiene a partir de materias primas específicas y de calidad controlada, muchas veces sintéticas, mediante un procesamiento científicamente diseñado y bien establecido, y que está dotada de propiedades adecuadas para satisfacer una función dada.

Desde el punto de vista de sus propiedades y aplicaciones, las cerámicas se clasifican en varios grupos:

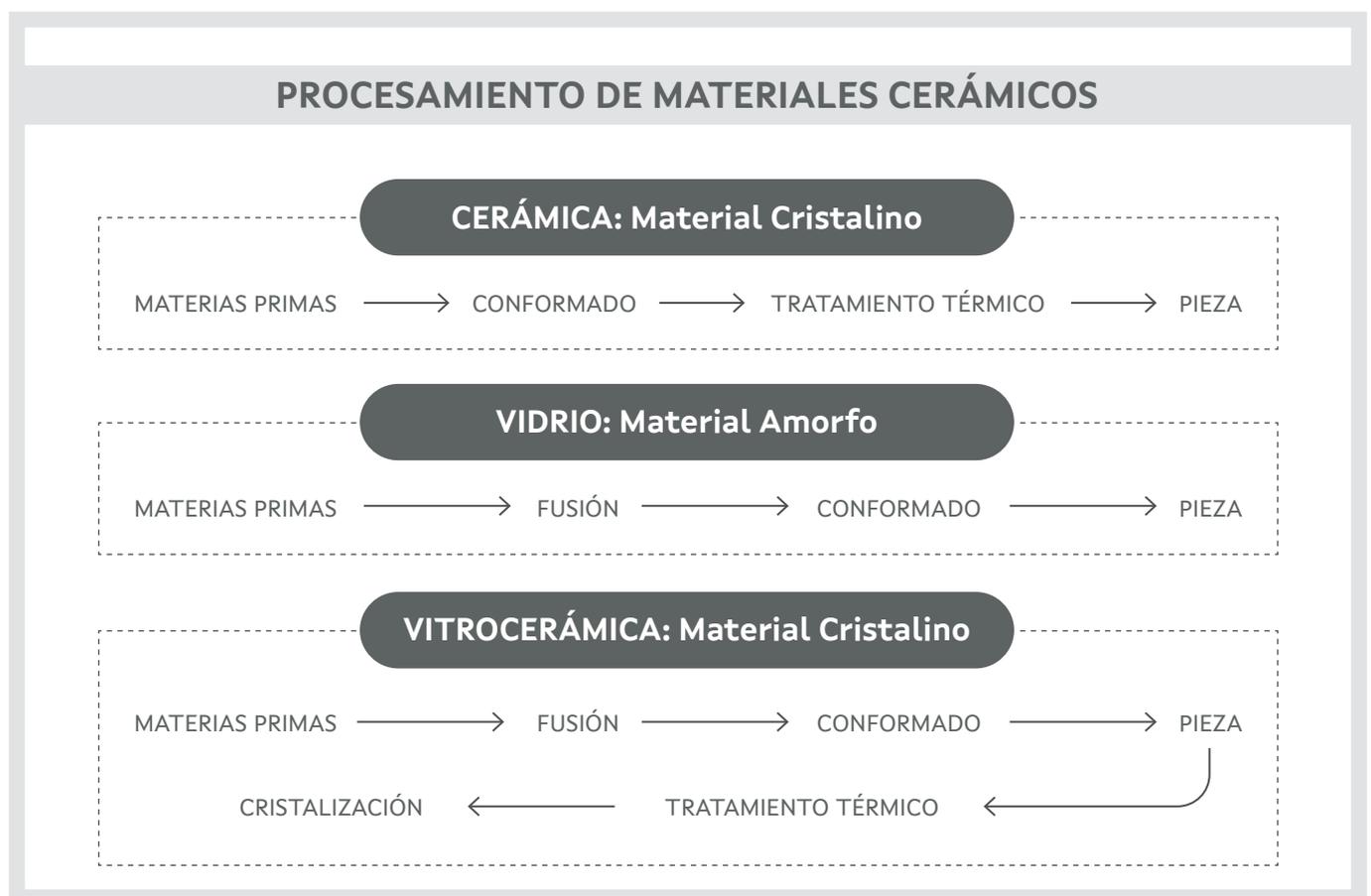
CLASIFICACIÓN DE LAS CERÁMICAS

Cristalinas	No conformadas	Cementos		
		Hormigones refractarios		
		Fritas y esmaltes		
	Conformadas	Lozas, gres, porcelanas		
		Estructurales	Ladrillos y tejas	
			Bovedillas	
			Pavimentos y revestimiento	
			Avanzadas de altas propiedades mecánicas	
		Funcionales	Eléctricas y dieléctricas	
			Magnéticas	
			Ópticas	
			Térmicas/Refractarios	
			Biocerámicas	
		Vidrios		
		Vitrocerámicas		

Las cerámicas propiamente dichas –o cerámicas cristalinas– están compuestas de ininidad de granos con estructura cristalina, mientras que los vidrios son en realidad líquidos subenfriados: no tienen estructura cristalina a largo alcance. Las vitrocerámicas son vidrios que, sometidos a un tratamiento térmico posterior, cristalizan en estructuras regulares. Cada uno de estos tipos de cerámica se procesa (es decir, se fabrica) de una forma específica, tal como se presenta en la siguiente figura.

tanto en los laboratorios como en la industria. En los laboratorios se diseñan los materiales y sus procesamientos, se obtienen muestras de los materiales y se caracterizan sus propiedades. Los resultados de estos trabajos se publican en revistas científicas o se patentan y, si los resultados obtenidos son adecuados y prometedores, se llevan a la fabricación industrial.

Las materias primas cerámicas merecen un apartado especial. Las cerámicas tradicionales se



Todos ellos se obtienen, por tanto, a través de un tratamiento térmico de las materias primas, unas veces cuando estas ya se han conformado –tienen una forma– y otras veces sin ella.

Estos métodos de producción de los distintos tipos de cerámica tienen que llevarse a cabo

fabrican a partir de materias primas naturales, más o menos purificadas a través de procesos de mineralurgia. De todas ellas, las más importantes cuantitativamente son minerales del grupo de los silicatos: arcillas, caolines, cuarzo, feldspatos y otros.

El sector de la cerámica industrial y de sus materias primas. Ejemplos en Galicia

Una cerámica industrial se fabrica en una planta industrial, diseñada, construida y operada con criterios de ingeniería industrial. En general, una fábrica de cerámica está constituida por distintas unidades o secciones. Las principales son:

● **Unidad de acopio y preparación de materias primas.** Puede ser desde un simple almacén –en el caso de que la fábrica compre sus materias primas ya preparadas, lo que es típico de las fábricas de cerámica avanzada– hasta auténticas plantas de preparación de materias primas, con un coste de varios millones de euros. Estas plantas pueden incluir molinos, sistemas de separación granulométrica, unidades de mezclado, sistemas de preparación de mezclas agua-materia prima (barbotinas), tamizadoras, etc.

● **Unidad de conformación.** Como ya se ha dicho, excepto los vidrios, los cementos, los hormigones refractarios, los esmaltes y las fritas, las cerámicas se conforman antes de su cocción. Los principales procedimientos para conferirle forma a una cerámica son el prensado, la extrusión y el colado, aunque existen otros muchos, cada vez más utilizados, como la inyección o la impresión 3D.

● **Unidad de secado.** En casi todos los casos, la cerámica recién conformada contiene una cierta cantidad de agua u otros líquidos. Es necesario eliminarlos casi en su totalidad antes de llevar las piezas al horno para su sinterización, es decir, hay que secarlas. En la industria se utilizan secaderos continuos o intermitentes. Mientras que un secadero intermitente es un recinto caliente en el que se introducen las piezas húmedas para secarlas, un secadero continuo es un túnel caliente a través del cual circulan las piezas: entran húmedas por un extremo del túnel y salen secas por el otro.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA INDUSTRIA CERÁMICA ESTÁNDAR



● **Unidad de cocción o tratamiento térmico.**

La cocción de la cerámica define a este tipo de materiales. Todas las cerámicas se cuecen, pero cada tipo necesita una clase de horno específica. Así, por ejemplo, ladrillos y tejas se cuecen a temperaturas de 900 a 1.100 °C en hornos túnel atmosféricos de gran capacidad, con ciclos de cocción de 12 a 48 horas; los cementos se preparan en hornos rotatorios de 1.600 °C de temperatura máxima; y las cerámicas funcionales utilizan hornos de atmósfera controlada o vacío, con temperaturas máximas de tratamiento de 1.000 a 2.500 °C.

Naturalmente, además de las citadas, en una industria cerámica existen otros departamentos o unidades importantes, como el departamento de control de calidad, el laboratorio, la sección de embalaje o el parque de almacenamiento.

La dimensión de cada una de las unidades –o la ausencia de alguna de ellas– están determinadas por el proceso de fabricación concreto que se aplica. Así, por ejemplo, todas las fábricas de ladrillo son similares, las fábricas de cemento son casi idénticas entre sí y la cerámica avanzada se fabrica en instalaciones conceptualmente muy parecidas.

El sector de la cerámica industrial en España

En España, la situación en los distintos subsectores de la cerámica industrial es muy variable. Así, por ejemplo, en el año 2019, la fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos alcanzó los 510 millones de metros cuadrados, con un valor en primera venta de 3.700 millones de euros. De este total, se han realizado exportaciones por 2.819 millones de euros, es decir un 76 % del total, lo que convierte a España en el primer exportador de este tipo de materiales en el mundo en metros cuadrados exportados.

Ligada a este subsector está la fabricación de fritas y esmaltes, con 30 empresas situadas en la Comunidad Valenciana, una facturación de 1.300 millones de euros y un volumen de exportación de 441 millones de euros.

Otro subsector muy importante es el de cerámica de construcción –también conocida como cerámica estructural de construcción–. En el año 2018, que es último del que disponemos datos desagregados, la producción de ladrillos y tejas alcanzó los 5,07 millones de toneladas, en unas 140 fábricas. De ellos, el 55 % correspondió a ladrillos huecos, el 15 % fueron tejas, el 13 % ladrillos caravista y el 6 % tableros cerámicos. Adicionalmente, se produjeron 76.095 toneladas de bovedillas y 25.365 de adoquines cerámicos.

A diferencia de la fabricación de pavimentos y azulejos, que se concentra en Castellón (hasta un 90 %), la fabricación de cerámica estructural de construcción está mucho más distribuida por todo el país. Las exportaciones en este subsector alcanzaron en 2018 los 65,9 millones de euros, cantidad relativamente alta si se tiene en cuenta que, en general, este tipo de material cerámico es barato y pesado y, por lo tanto, viaja mal (un ladrillo hueco puede transportarse de forma económicamente viable como mucho entre 100 y 200 kilómetros).

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que la producción y venta de este tipo de materiales está extraordinariamente ligada a la construcción de nuevas viviendas y sigue las fluctuaciones de este mercado.

En otros sectores, como por ejemplo el cementero, la producción ha caído de forma espectacular en los últimos años. España ha pasado de ser el quinto productor de cemento del mundo –en 2007 a ocupar el puesto 29º en 2019, con una fabricación de casi 17 millones de toneladas (menos del 50 % de nuestra capacidad de producción), por debajo de países en desarrollo como Marruecos, Filipinas o Nigeria, pero también



por debajo de otros “ya construidos” como Alemania, Francia o Italia. Se da el curioso caso de que en 2018 España exportó 6,23 millones de toneladas de cemento y e importó cerca de un millón de toneladas.

En 2018, la industria del vidrio mantenía en España 36 instalaciones pertenecientes a 25 empresas, con una fabricación muy variada que incluye vidrio hueco, vidrio plano, hilo continuo, lana de vidrio, tubo de vidrio y vidrio doméstico. Las plantas de producción están distribuidas por casi todo el país, con especial concentración en el norte y en el levante. La facturación del sector es de unos 2.400 millones de euros anuales.

Existen otros subsectores de cerámica industrial especiales, bien por sus características, su distribución o su volumen. Por ejemplo, en el subsector de los sanitarios, el mercado y la fabricación están dominados por una sola corporación: el Grupo Roca, que dispone de 82 factorías en España y en todo el mundo y está presente en 82 países, con más de 25.000 empleados y una facturación estimada en 1.800 millones de euros en 2018.

La fabricación de porcelana y loza de mesa está representada en España por unas pocas empresas, entre las que destacan por sus especiales características el Grupo Sargadelos, en Galicia, y La Cartuja, en Sevilla.

Otro caso a considerar es el de la fabricación de cerámicas técnicas y/o avanzadas, con pocas plantas de producción y, en general, empresas de pequeño tamaño. Como ejemplo pueden citarse SCERAM, Steelceram y CeramTec en Cataluña, Nanoker en Asturias o Certega, IKF y Keramat en Galicia.

La cerámica industrial en Galicia

Debido a sus numerosos yacimientos de arcillas y caolines, en Galicia la cerámica industrial siempre tuvo una importante presencia. Así, por ejemplo, desde 1806, año de la primera fundación de Sargadelos, aquí se fabrica primero loza tipo Bristol y después porcelana dura. Desde tiempo inmemorial, la alfarería estuvo presente en numerosos enclaves como Buño, Niñodagua o Bonxe.

De igual forma, a partir del siglo XIX se implantaron en Galicia numerosas industrias de cerámica de construcción, que llegaron a su máxima expansión a finales del siglo XX, con más de 22 fábricas de ladrillos y tejas a pleno rendimiento.

Así mismo, se fundaron importantes empresas dedicadas a otros tipos de cerámica como Cedonosa –dedicada a pavimentos y refractarios especiales–, Refractarios Lomba Camiña –que fabricó durante 100 años refractarios especiales con tecnología propia– o el Grupo de Empresas Álvarez –que llegó a ser la empresa de cerámica más importante de España–. Esta última empresa, fundada en 1927, llegó a disponer de cuatro fábricas de loza y porcelana y una fábrica de vidrio en la ciudad de Vigo y su entorno, con más de 4.500 trabajadores. El grupo cerró en 2002 después de numerosas vicisitudes.

PRINCIPALES EMPRESAS CON ACTIVIDAD



MATERIAS PRIMAS (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Caolines de Vimianzo (CAVISA) • Erimsa • RAMSA • Cuarzos Industriales • Magnesitas de Rubián • Área Minera del Atlántico
REFRACTARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Refractarios Campo • Imerys Kiln Furniture España SA (IKF)
ALFARERÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres de Alfarería de Buño
PORCELANAS Y LOZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Cerámica de Sargadelos, Cerámicas do Castro • Burelarte • Galos • Arcadia Porcelanas
CEMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Cementos Cosmos
CERÁMICA AVANZADA O TÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Keramat • Cerámicas Técnicas Gallegas (CERTEGA) • Materiales Funcionales
ARCILLA COCIDA / CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Tejas Verea • Campo Brick • Cerámicas del Miño • Cerámica La Manchica • Cerámica de Pontearreas • EPICASA • Nueva Cerámica Campo

Muchas de estas empresas están asociadas en dos organizaciones relacionadas entre sí: la Asociación Galega de Ceramistas (AGACER), que agrupa a los fabricantes de cerámica de construcción, y la Asociación para el Fomento de la Investigación Cerámica en Galicia (AFICEGA), en la que están representadas 20 empresas de todos los subsectores.

En 1991, AFICEGA llegó a un acuerdo con la Universidade de Santiago de Compostela (USC) para la creación del Instituto de Cerámica de Galicia, con el apoyo de la Consellería de Industria de la Xunta. Este centro funciona como centro tecnológico de la industria cerámica, de materias primas y de materiales industriales, a la vez que realiza investigación académica en el campo de los materiales.

En los últimos veinte años, se ha producido una espectacular reducción del número de empresas dedicadas a la cerámica en Galicia. La crisis se ha llevado por delante, entre otras, al Grupo de Empresas Álvarez, a Cedonosa, a Vidriera del Atlántico y a doce empresas fabricantes de materiales de arcilla cocida para la construcción.

En otros casos, las empresas fueron adquiridas por grupos extranjeros y trasladadas. Este fue el caso de Neoker, una empresa de cerámica avanzada que fue fundada a principios de la década de los 2000 como *spin-off* del Instituto de Cerámica de Galicia y, tras diez años de funcionamiento, fue adquirida por una sociedad de capital riesgo de la Universidad de Tsinghua y trasladada a Dongguan, en la República Popular China.



► Edificio del Instituto de Cerámica de Galicia, en el Campus Sur de la USC.

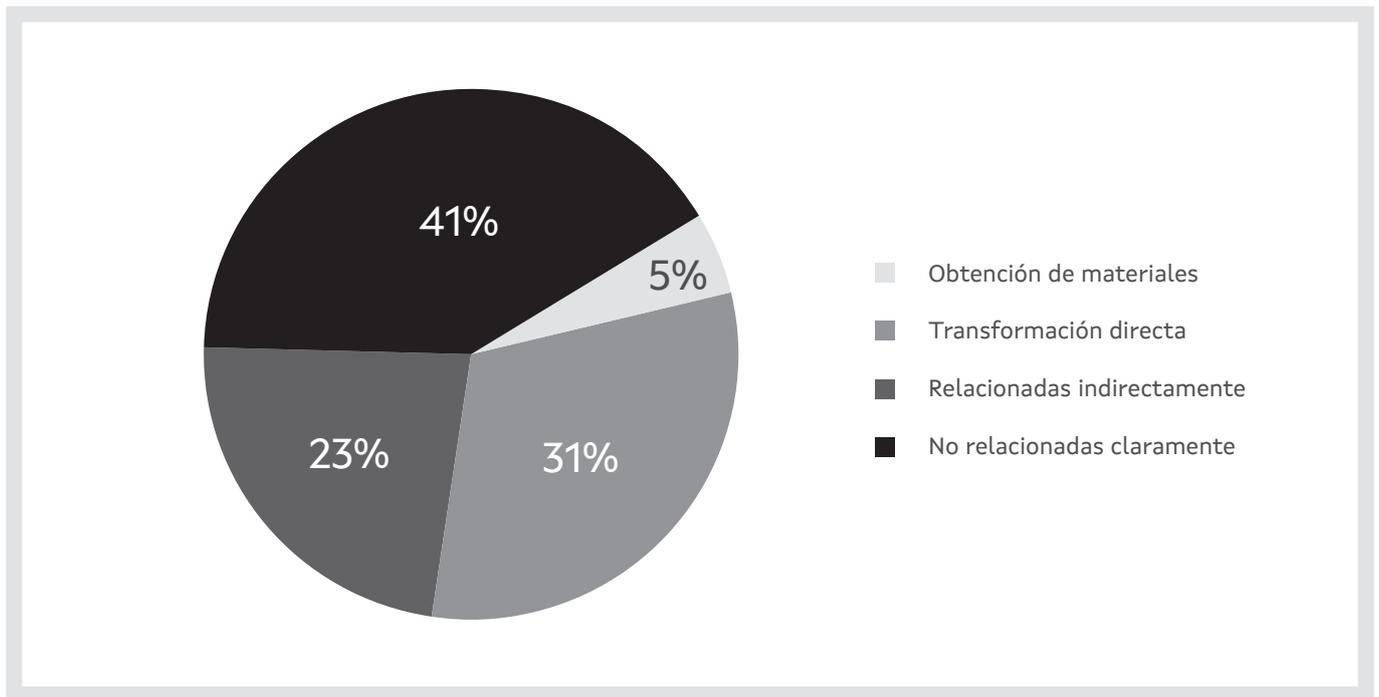
DATOS DE LA INDUSTRIA CERÁMICA EN GALICIA

SUBSECTOR	N.º EMPRESAS	VENTAS M€	EMPLEO
Materias primas	12	50,0	366
Refractarios	2	14,9	175
Arcilla cocida	7	15,4	120
Cementos	1	118,0	308
Cerámica avanzada	3	2,7	25
Loza, porcelana y decorativas	5	12,2	270
Artesanía / Alfarería	70(*)	5,3	110

(*) Empresas y artesanos/as autónomos/as.

A la vista de estos datos, no parece que el sector de la cerámica industrial tenga especial importancia en Galicia. Esto puede ser así si, como se hace en este documento, solo se considera la producción de cerámica y no su uso por los distintos sectores industriales y por los particulares. Tal como ocurre con todos los materiales industriales, el consumo de cerámica

industrial en Galicia es, según las distintas fuentes, entre 300 y 100 veces mayor que su producción en la comunidad. En la siguiente figura se presenta la distribución del uso de materiales en la industria gallega, en la que puede observarse que alrededor del 59 % de esta está relacionada con la producción, la transformación o el uso de los materiales industriales.



► Importancia de los materiales industriales en Galicia expresada como porcentaje de las industrias fabricantes y/o usuarias.

Las nuevas cerámicas industriales

Como ya hemos visto y es evidente, la cerámica rodea nuestras vidas: está en los edificios, en las obras públicas, dentro de nuestras casas, en nuestras cocinas o en los cuartos de baño. Además, aunque esto sea menos visible, una gran parte de la producción de cerámicas se destina a su uso en otros procesos industriales, equipos y dispositivos.

Así, por ejemplo, los hornos de la industria metalúrgica se construyen con refractarios cerámicos, el silicio necesario para las células fotovoltaicas y los microchips se obtiene en hornos de cerámica, muchos equipos de diagnóstico médico utilizan superimanes cerámicos, los superconductores cerámicos de altas temperaturas (los famosos YBaCuO) son cerámicos, el combustible de las centrales nucleares es cerámico, las memorias magnéticas son cerámicas, etc.

Muchas de las cerámicas industriales y, en particular, las cerámicas de construcción, los pavimentos, el cemento, el vidrio estándar, la mayoría de los refractarios y la loza y la porcelana se fabrican con tecnologías maduras, es decir, conocidas y desarrolladas desde hace mucho tiempo. Naturalmente, estas tecnologías están sometidas a mejoras continuas en sus procesos de fabricación, su diseño, el rendimiento energético de su cocción, etc.

Otro gran grupo de cerámicas son las avanzadas. Una cerámica avanzada es la que se diseña a partir de los conocimientos científicos de la ciencia de materiales y se obtiene a partir de materias primas específicas y de calidad controlada, mediante un procesamiento bien establecido y dotado de propiedades adecuadas para satisfacer una función dada. Las cerámicas avanzadas o funcionales tienen propiedades mejoradas –y a veces exóticas– que nos permiten nuevas aplicaciones y desarrollos. Presentan muchas ventajas, como:



- Enorme valor añadido.
- Relativa independencia de las materias primas.
- Independencia de la situación geográfica de la producción y de sus comunicaciones.
- Necesidad de investigación y desarrollo caro y constante, pero con retornos inmensos en caso de éxito.
- Ausencia de crisis en el sector: no hay cuotas, los mercados son globales.

Un ejemplo clásico del desarrollo de un nuevo dispositivo basado en cerámicas avanzadas es la maquinilla de afeitar Mach3, desarrollada por Gillette en la década de los 90. El corazón del dispositivo es su cabeza afeitadora, formada por tres hojas paralelas. Cada una de las hojas de acero está recubierta por una capa de diamante artificial (conocido como DLC), extraordinariamente fina y de dureza extrema. Esta capa permite afeitados más suaves que las hojas convencionales y alarga la duración de las hojas.

Gillette tardó cinco años –de 1993 a 1998– en desarrollar este dispositivo y los procedimientos y equipos para su fabricación e invirtió 775 millones de euros. Desde su salida al mercado en 1999, la empresa fabrica al año más de 1.200 millones de unidades, lo que le ha permitido recuperar la inversión realizada en un plazo de menos de tres años. Con fines comparativos, puede considerarse el presupuesto anual total de la USC, que es de unos 250 millones de euros anuales.

Obviamente, podrían ponerse cientos de ejemplos de este tipo, más técnicos y sofisticados. Todos ellos nos llevarían a la conclusión de que la inversión en cerámica avanzada es mucho más rentable que en cerámica tradicional, pero necesita importantes y costosos desarrollos previos en ciencia y tecnología de materiales.

A diferencia de la cerámica tradicional, que tiene una ingeniería, un proceso de fabricación y un mercado conocidos, la cerámica avanzada está en la punta de lanza del desarrollo tecnológico. Busca sus propios procesos, métodos de fabricación, propiedades y mercados.



► Cabezal de la afeitadora Gillette Mach3. Se observan claramente las tres hojas paralelas que efectúan el afeitado.

Oportunidades para Galicia

Como ya se ha dicho, Galicia ha perdido en los últimos veinte años más de la mitad de su industria cerámica. La desaparición de estas empresas se ha debido a causas muy distintas. Por ejemplo, está claro que el cierre de dos terceras partes de las fábricas de cerámica de construcción se debió a la crisis de la edificación, a problemas en la propiedad y, probablemente, a una gestión deficiente. Otras empresas, como las de pavimentos, no fueron capaces de competir con las grandes fábricas instaladas en Castellón.

Hay casos paradigmáticos, como el del Grupo de Empresas Álvarez, que cayó debido a los sucesivos cambios en su propiedad y su tecnología obsoleta, además de problemas en la gestión comercial del grupo. Otras empresas, como Vidriera del Atlántico, desaparecieron porque no tenían tecnología propia, su coste de implantación fue salvaje y no había posibilidades reales de innovar en la producción, los materiales o el diseño.

Cuando nos planteamos qué hacer en Galicia en el campo de la cerámica industrial en el futuro, debemos tener en cuenta lo ocurrido en el pasado. Es inútil intentar competir usando las mismas armas con empresas o grupos industriales que dominan la tecnología de fabricación, el diseño y el mercado de un determinado tipo de cerámicas.

En el caso de las cerámicas tradicionales, no parece que las fábricas de ladrillos corran mucho riesgo, debido a que, como ya se ha dicho, los ladrillos viajan mal. Cerámicas de Sargadelos y O Castro cubren la demanda de porcelana dura y pueden crecer hacia la exportación, pero no parece que exista nicho para muchas fábricas de porcelana más.

En mi opinión, en este campo de la industria cerámica madura podrían establecerse empresas dedicadas a la explotación de determinados nichos de mercado, como pequeñas plantas para la

producción de revestimientos de gres y/o azulejo de alta calidad, con muy buen diseño, decorados a mano o con técnicas avanzadas como el *3D printing*. Otras opciones podrían ser plantas para la producción de caolines y arcillas de muy alta calidad para aplicaciones especiales o una fábrica de fibras cerámicas o de vidrio para aplicaciones aislantes.

Un caso muy interesante es el de la fabricación de piezas de cristal de plomo de alta calidad, de las que siempre hay demanda en el mercado. En los años 90, en Sargadelos, Isaac Díaz Pardo puso en marcha una experiencia piloto de fabricación de este tipo de materiales. La experiencia consiguió resultados positivos: se consiguieron piezas de cristalería y figuras decorativas, con diseño muy cuidado y muy características. Sin embargo, a pesar de estos buenos augurios, la experiencia no tuvo continuidad y no se llegó a implantar la fabricación en serie, quizá debido a la edad de su promotor y a los condicionamientos de la época. Hoy podría retomarse esta iniciativa con ciertas garantías de éxito.

En cualquier caso, las empresas que se implanten deberían pensar que su única posibilidad de supervivencia va a ser su originalidad: su versatilidad, su capacidad para diferenciarse, el diseño de sus cerámicas y sus aplicaciones.

El panorama es distinto en el caso de la cerámica avanzada. En general, una cerámica funcional avanzada no necesita grandes producciones. Por lo tanto, su fábrica es más pequeña y, en general, más fácil de construir y más barata. Las materias primas naturales purificadas o de síntesis son más caras, pero su tonelaje es mucho menor que en cerámica tradicional. La fabricación de cerámica avanzada puede estar muy automatizada y, en general, necesita relativamente poco personal, aunque de alta capacitación. El mercado es mundial y no depende de las crisis. Fabricar cerámicas avanzadas no tiene más que ventajas, con solo una dificultad: su producción se basa en la ciencia y en la tecnología, es decir, se basa en el conocimiento.



► Piezas de cerámica avanzada y funcional fabricadas en Galicia.

El problema es, naturalmente, de dónde se saca el conocimiento para montar una producción, por ejemplo, de biocerámica, de soportes de catalizadores *3D printing*, de cerámicas magnéticas o de cerámicas resistentes al rayado y transparentes. Como ya es sabido, existen dos fuentes: la compra de tecnología –en forma de patentes industriales, de materiales o de procesos– y el desarrollo de conocimiento propio.

La compra de tecnología es el camino más fácil y el que comúnmente se sigue en España. Es rápido y es relativamente cómodo, aunque tiene el problema de que, si la tecnología está en el mercado, es accesible de una forma u otra

también para la competencia, que puede estar en cualquier país del mundo.

Por el contrario, el desarrollo de conocimiento propio es más lento, y necesita más esfuerzo, pero es más seguro a largo plazo. Esta es la función propia de los departamentos de I+D+i de las propias industrias y del sistema público de investigación, que debería dedicar más esfuerzo de financiación, personal e instalaciones al desarrollo de tecnologías propias y a la adaptación de conocimientos importados en el campo de los materiales industriales en general y de la cerámica en particular.