

CERÁMICA INDUSTRIAL



Prof. Dr. F.Guitián

Profesor emérito de Ciencia e Tecnoloxía de Materiais
Director do Instituto de Cerámica de Galicia
Universidade de Santiago de Compostela



Segundo o definiu un vello profesor da UC Berkeley, un material é a substancia a partir da cal están feitas as cousas. Cando miramos ao noso arredor vemos obxectos, dispositivos, edificios e é fácil repararmos en estas cousas están feitas de diferentes tipos de materiais: metais, polímeros ou plásticos, cerámicas ou materiais compostos.

As cerámicas defínense como materiais inorgánicos non metálicos, fabricados por procesamento térmico, é dicir, por cocción a alta temperatura. Acompañaron a humanidade dende o principio dos tempos e hoxe pódense clasificar de moitas maneiras.

Unha primeira clasificación permítenos dividir a cerámica en dous grandes grupos: a cerámica artesanal –na que as pezas son elaboradas unha

a unha por profesionais de artesanía, a olaría ou a arte, utilizando procedementos moi manuais– e a cerámica industrial –a que se produce en serie, en instalacións industriais adecuadas–.

Outra posible categorización, bastante arbitraria, é a que diferencia entre cerámica tradicional e cerámica avanzada. Aínda que moitos autores non están de acordo, serían tradicionais as cerámicas que se fabrican dende hai centos de anos, como a porcelana, os ladrillos e os pavimentos de gres, mentres que as cerámicas avanzadas serían as obtidas a partir de materias primas específicas e de calidade controlada, moitas veces sintéticas, mediante un procesamento deseñado cientificamente e ben establecido, e que está dotada de propiedades adecuadas para satisfacer unha función determinada.

Las cerámicas propiamente dichas –o cerámicas

Desde o punto de vista das súas propiedades e aplicacións, as cerámicas clasifícanse en varios grupos:

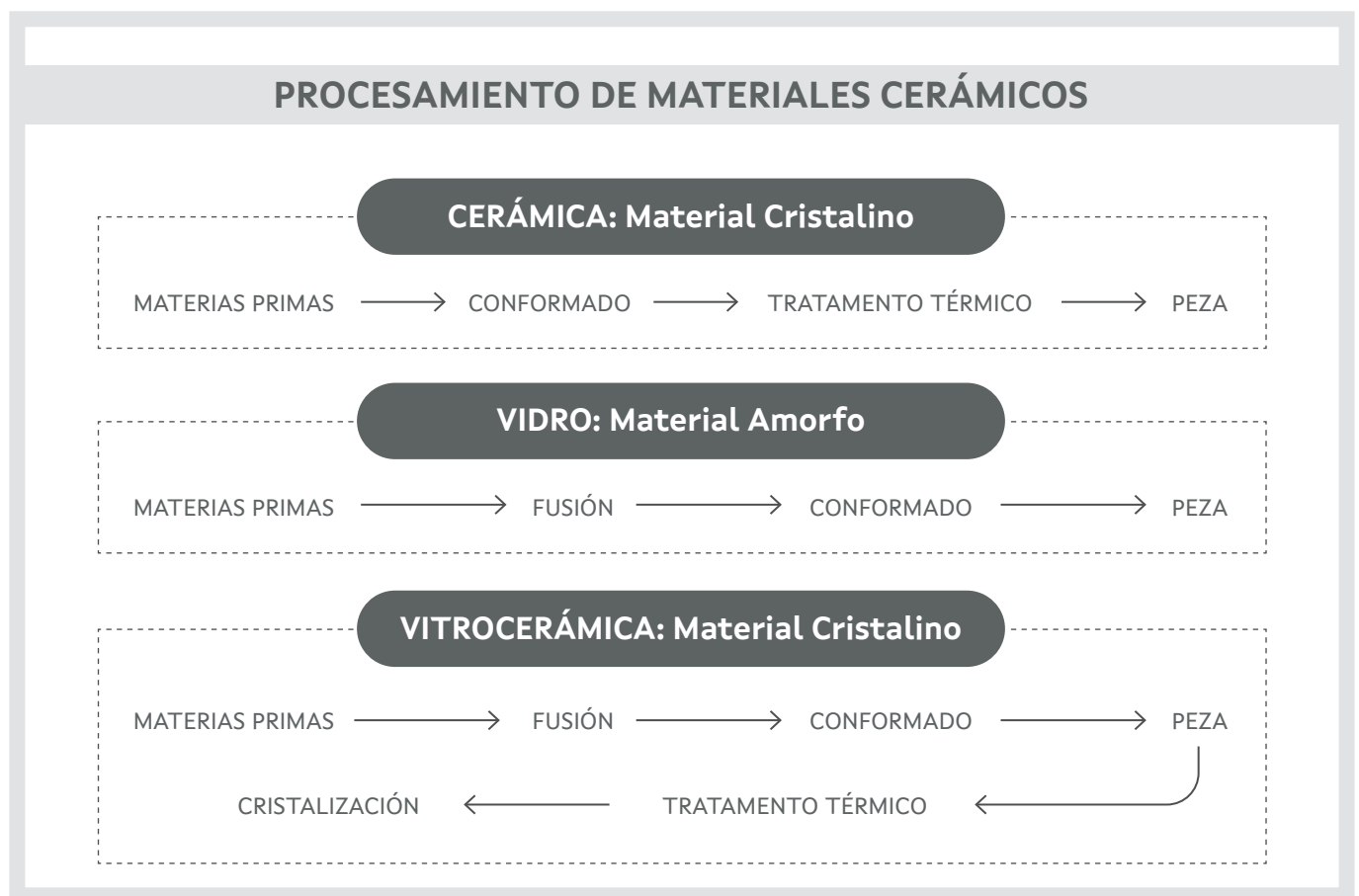
CLASIFICACIÓN DAS CERÁMICAS

Cristalinas	Non conformadas	Cementos			
		Formigóns refractarios			
		Fritas e esmaltes			
	Conformadas	Louzas, gres, porcelanas			
		Estruturais	Ladrillos e tellas		
			Bovedillas		
			Pavimentos e revestimientos		
			Avanzadas de altas propiedades mecánicas		
		Funcionais	Eléctricas e dieléctricas		
			Magnéticas		
			Ópticas		
			Térmicas/Refractarios		
			Biocerámicas		
		Vidros			
		Vitrocerámicas			

A cerámica propiamente dita –ou cerámicas cristalinas– está composta por infinitos grans de estrutura cristalina, mentres que os cristais son en realidade líquidos subenfriados: non teñen unha estrutura cristalina de longo alcance. As vitrocerámicas son vidros que, sometidos a un posterior tratamento térmico, cristalizan en estruturas regulares. Cada un destes tipos de cerámica é procesado (é dicir, fabricado) dun xeito específico, como se mostra na figura seguinte.

laboratorios como na industria. Nos laboratorios deséñanse os materiais e os seus procesos, obtéñense mostras dos materiais e caracterízanse as súas propiedades. Os resultados deste traballo son publicados en revistas científicas ou patentados e, se os resultados obtidos son axeitados e prometedores, lévanse á fabricación industrial.

As materias primas cerámicas merecen un apartado especial. A cerámica tradicional está



Todos eles obtéñense, polo tanto, mediante un tratamento térmico das materias primas, unhas veces cando xa se conformaron –teñen unha forma– e outras veces sen ela.

Estes métodos de produción dos distintos tipos de cerámica teñen que realizarse tanto nos

feita a partir de materias primas naturais, máis ou menos purificadas mediante procesos mineralóxicos. De todos eles, os máis importantes cuantitativamente son os minerais do grupo dos silicatos: arxilas, caolíns, cuarzo, feldspatos e outros.

O sector da cerámica industrial e as súas materias primas. Exemplos en Galicia

Unha cerámica industrial fábricase nunha planta industrial, deseñada, construída e operada segundo criterios de enxeñaría industrial. En xeral, unha fábrica de cerámica está formada por diferentes unidades ou seccións. As principais son:

● **Unidade de recollida e preparación de materias primas.** Pode ir desde un simple almacén –no caso de que a fábrica compre as súas materias primas xa preparadas, o que é propio das fábricas de cerámica avanzada– ata auténticas plantas de preparación de materias primas, que supoñen varios millóns de euros. Estas plantas poden incluír muíños, sistemas de separación granulométrica, unidades de mestura, sistemas de preparación de mesturas auga-materia prima (barbotinas), peneiras, etc.

● **Unidade de conformación.** Como xa se dixo, agás os vidros, os cementos, os formigóns refractarios, os esmaltes e as fritas, as cerámicas confórmanse antes da súa cocción. Os principais procedementos para dar forma a unha cerámica son o prensado, a extrusión e a fundición, aínda que hai moitos outros, cada vez máis utilizados, como a inxección ou a impresión 3D.

● **Unidade de secado.** En case todos os casos, a cerámica acabada de conformar contén certa cantidade de auga ou outros líquidos. É necesario eliminalos case por completo antes de levar as pezas ao forno para a súa sinterización, é dicir, deben secar. Na industria utilízanse secadoiros continuos ou intermitentes. Mentres que un secadoiro intermitente é un recinto quente na que se introducen as pezas húmidas para secalas, un secadoiro continuo é un túnel quente polo que circulan as pezas: entran molladas por un extremo do túnel e saen secas polo outro.

DIAGRAMA DE BLOQUES DUNHA INDUSTRIA CERÁMICA ESTÁNDAR



● **Unidade de cocción ou tratamento térmico.**

A cocción de cerámica define este tipo de materiais. Todas as cerámicas son cocidas, pero cada tipo require un tipo específico de forno. Así, por exemplo, os ladrillos e tellas cócese a temperaturas de 900 a 1 100 °C en fornos túnel atmosféricos de gran capacidade, con ciclos de cocción de 12 a 48 horas; os cementos prepáranse en fornos rotativos cunha temperatura máxima de 1 600 °C; e as cerámicas funcionais utilizan fornos de atmosfera controlada ou baleiro, con temperaturas máximas de tratamento de 1 000 a 2 500 °C.

Naturalmente, ademais das mencionadas, nunha industria cerámica existen outros departamentos ou unidades importantes, como o departamento de control de calidade, o laboratorio, a sección de envases ou o parque de almacenamento.

A dimensión de cada unha das unidades –ou a ausencia dalgunha delas– vén determinada polo proceso de fabricación específico que se aplique. Así, por exemplo, todas as fábricas de ladrillos son similares, as fábricas de cemento son case idénticas entre si e as cerámicas avanzadas fanse en instalacións conceptualmente moi similares.

O sector da cerámica industrial en España

En España, a situación nos distintos subsectores da cerámica industrial é moi variable. Así, por exemplo, a fabricación de azulexos e pavimentos cerámicos alcanzou en 2019 os 510 millóns de metros cadrados, cun valor de primeira venda de 3 700 millóns de euros. Deste total, as exportacións foron por 2 819 millóns de euros, é dicir, o 76 % do total, o que converte a España no primeiro exportador mundial deste tipo de materiais en metros cadrados exportados.

Vinculado a este subsector está a fabricación de fritas e esmaltes, con 30 empresas situadas na Comunidade Valenciana, unha facturación de 1

300 millóns de euros e un volume de exportación de 441 millóns de euros.

Outro subsector moi importante é a cerámica de construción –tamén coñecida como cerámica estrutural de construción–. En 2018, que é o último ano do que dispomos de datos desagregados, a produción de ladrillos e tellas alcanzou os 5,07 millóns de toneladas, nunhas 140 fábricas. Deles, o 55 % corresponderon a ladrillos ocos, o 15 % foron tellas, o 13 % a ladrillos caravista e o 6 % a tableiros cerámicos. Ademais, producíronse 76 095 toneladas de bovedillas e 25 365 toneladas de lastros cerámicos.

A diferenza da fabricación de pavimentos e baldosas, que se concentra en Castellón (ata un 90 %), a fabricación de cerámicas de construción estrutural está moito máis distribuída por todo o país. As exportacións deste subsector alcanzaron en 2018 os 65,9 millóns de euros, unha cantidade relativamente elevada se se ten en conta que, en xeral, este tipo de material cerámico é barato e pesado e, polo tanto, viaxa mal (un ladrillo oco pódese transportar de forma economicamente viable para como máximo entre 100 e 200 quilómetros).

En todo caso, hai que ter en conta que a produción e venda deste tipo de materiais está extraordinariamente ligada á construción de novas vivendas e segue as flutuacións deste mercado.

Noutros sectores, como o do cemento, a produción descendeu drasticamente nos últimos anos. España pasou de ser o quinto produtor mundial de cemento en 2007 a ocupar o posto 29 en 2019, cunha fabricación de case 17 millóns de toneladas (menos do 50 % da nosa capacidade de produción), por debaixo de países en vías de desenvolvemento como Marrocos, Filipinas ou Nixeria, pero tamén por debaixo doutros "xa construídos" como Alemaña, Francia ou Italia. Dáse o caso curioso de que en 2018 España exportou 6,23 millóns de toneladas de cemento e importou preto dun millón de toneladas.

A industria do vidro en España mantivo en 2018 36 instalacións pertencentes a 25 empresas, cunha fabricación moi variada que inclúe vidro oco, vidro plano, fío continuo, la de vidro, tubo de vidro e vidro doméstico. As plantas de produción distribúense por case todo o país, cunha especial concentración no norte e leste. A facturación do sector rolda os 2 400 millóns de euros anuais.

Existen outros subsectores especiais cerámicos industriais, xa sexa polas súas características, pola súa distribución ou polo seu volume. Por exemplo, no subsector dos sanitarios, o mercado e a fabricación están dominados por unha única corporación: o Grupo Roca, que conta con 82 fábricas en España e en todo o mundo e está presente en 82 países, con máis de 25 000 empregados e unha facturación de 1 800 millóns de euros en 2018.

A fabricación de porcelana e vaixela está representada en España por unhas poucas empresas, entre as que destacan polas súas especiais características o Grupo Sargadelos, en Galicia, e La Cartuja, en Sevilla.

Outro caso a ter en conta é o da fabricación de cerámica técnica e/ou avanzada, con poucas plantas de produción e, en xeral, empresas de pequeno tamaño. Son exemplos SCERAM, Steelceram e CeramTec en Cataluña, Nanoker en Asturias ou Certega, IKF e Keramat en Galicia.

A cerámica industrial en Galicia

Polos seus numerosos xacementos de arxila e caolín, a cerámica industrial sempre tivo unha importante presenza en Galicia. Así, por exemplo, dende 1806, ano da primeira fundación de Sargadelos, fábricase aquí primeiro louza tipo Bristol e despois porcelana dura. Desde tempos inmemoriais, a cerámica estivo presente en numerosos enclaves como Buño, Niñodaguia ou Bonxe.

Do mesmo xeito, a partir do século XIX implantáronse en Galicia numerosas industrias cerámicas de construción, que alcanzaron a súa máxima expansión a finais do século XX, con máis de 22 fábricas de ladrillo e tella a pleno rendemento.

Así mesmo, fundáronse importantes empresas dedicadas a outro tipo de cerámica, como Cedonosa –dedicada a pavimentos e refractarios especiais–, Refractarios Lomba Camiña –que durante 100 anos fabricou refractarios especiais con tecnoloxía propia– ou o Grupo de Empresas Álvarez –que pasou a ser a empresa cerámica máis importante de España–. Esta última empresa, fundada en 1927, chegou a contar na cidade de Vigo e arredores con catro fábricas de louza e porcelana e unha fábrica de vidro, con máis de 4 500 traballadores. O grupo pechou en 2002 despois de numerosas vicisitudes.

PRINCIPAIS EMPRESAS CON ACTIVIDADE



MATERIAS PRIMAS (*)	<ul style="list-style-type: none"> • Caolines de Vimianzo (CAVISA) • Erimsa • RAMSA • Cuarzos Industriais • Magnesitas de Rubián • Área Minera del Atlántico
REFRACTARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Refractarios Campo • Imerys Kiln Furniture España SA (IKF)
OLARÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres de Olarí de Buño
PORCELANAS E LOUZAS	<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 OU TÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Keramat • Cerámicas Técnicas Galegas (CERTEGA) • Materiais Funcionais
ARXILA COCIDA / CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Tejas Vereá • Campo Brick • Cerámicas del Miño • Cerámica La Manchica • Cerámica de Pontearreas • EPICASA • Nueva Cerámica Campo

Moitas destas empresas están asociadas en dúas organizacións relacionadas entre si: a Asociación Galega de Ceramistas (AGACER), que agrupa os fabricantes de cerámica de construción, e a Asociación para o Fomento da Investigación Cerámica de Galicia (AFICEGA), na que están representadas 20 empresas de todos os subsectores.

En 1991, AFICEGA chegou a un acordo coa Universidade de Santiago de Compostela (USC) para a creación do Instituto Cerámica de Galicia, co apoio da Consellería de Industria da Xunta. Este centro funciona como un centro tecnolóxico da industria cerámica, materias primas e materiais industriais, ademais de realizar investigacións académicas no ámbito dos materiais.

Nos últimos vinte anos produciuse unha redución espectacular do número de empresas dedicadas á cerámica en Galicia. A crise levou por diante, entre outros, o Grupo de Empresas Álvarez, Cedonosa, Vidriera del Atlántico e outras doce empresas que fabrican materiais de arxila cocida para a construción.

Noutros casos, as empresas foron adquiridas por grupos estranxeiros e transferidas. Foi este o caso de Neoker, unha empresa de cerámica avanzada que se fundou a principios dos anos 2000 como *spin-off* do Instituto Galego de Cerámica e, tras dez anos de funcionamento, foi adquirida por unha sociedade de capital risco da Universidade de Tsinghua e cedida a Dongguan, na República Popular China.



► Edificio do Instituto de Cerámica de Galicia, no Campus Sur da USC.

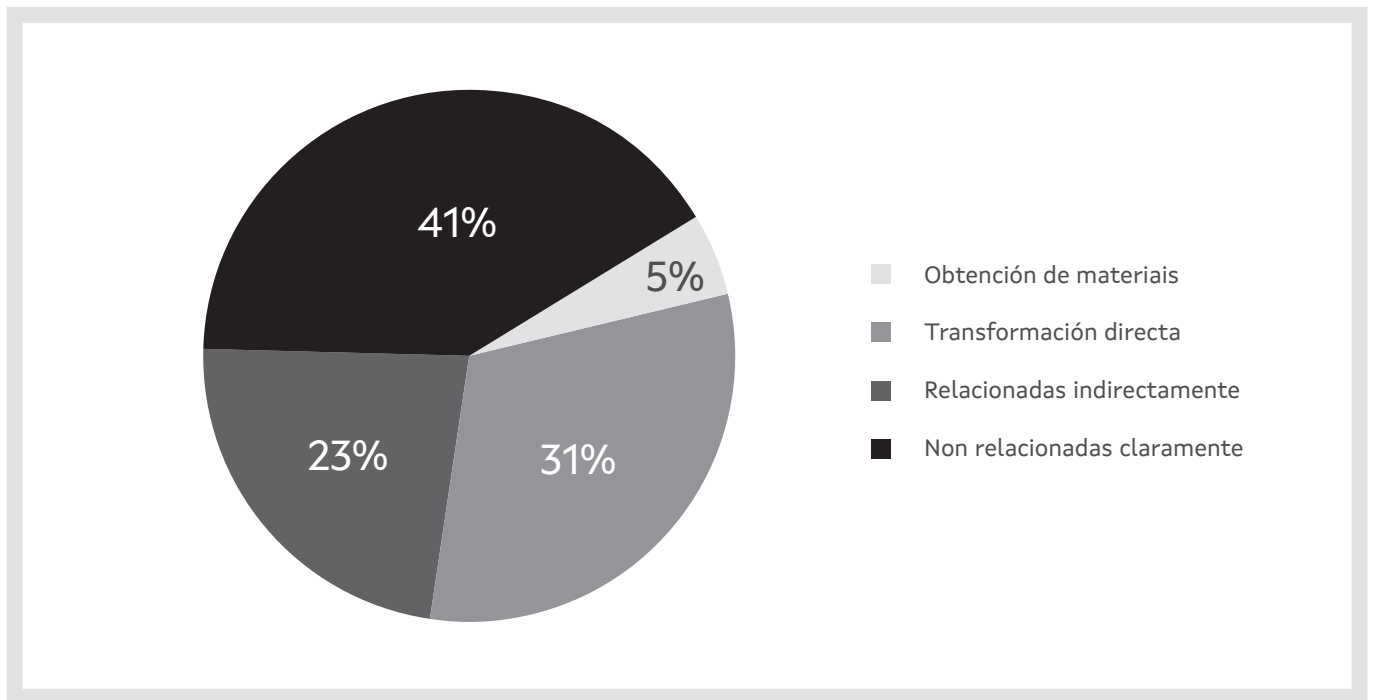
DATOS DA INDUSTRIA CERÁMICA EN GALICIA

SUBSECTOR	N.º EMPRESAS	VENDAS M€	EMPREGO
Materias primas	12	50,0	366
Refractarios	2	14,9	175
Arxila cocida	7	15,4	120
Cementos	1	118,0	308
Cerámica avanzada	3	2,7	25
Louza, porcelana e decorativas	5	12,2	270
Artesanía / Olaría	70(*)	5,3	110

(*) Empresas e artesá(ns) autónoma(s).

Á vista destes datos, non parece que o sector da cerámica industrial teña unha especial importancia en Galicia. Isto pode ser así se, como se fai neste documento, só se considera a produción de cerámica e non o seu uso polos distintos sectores industriais e por particulares. Como sucede con todos os materiais industriais, o consumo de cerámica industrial en Galicia é,

segundo diferentes fontes, entre 300 e 100 veces maior que a súa produción na comunidade. Na seguinte figura móstrase a distribución do uso de materiais na industria galega, na que se observa que arredor do 59 % desta está relacionada coa produción, transformación ou aproveitamento dos materiais industriais.



► Importancia dos materiais industriais en Galicia expresada en porcentaxe das industrias transformadoras e/ou usuarias.

As novas cerámicas industriais

Como xa vimos e é evidente, a cerámica envolve as nosas vidas: está nos edificios, nas obras públicas, no interior das nosas casas, nas nosas cociñas ou nos baños. Ademais, aínda que isto sexa menos visible, unha gran parte da produción de cerámica destínase ao seu uso noutros procesos industriais, equipamentos e dispositivos.

Así, por exemplo, os fornos na industria metalúrxica constrúense con refractarios cerámicos, o silicio necesario para as células fotovoltaicas e os microchips obtense en fornos cerámicos, moitos equipos de diagnóstico médico usan superimáns cerámicos, os supercondutores cerámicos de alta temperatura (o famoso YBaCuO) son cerámicos, o combustible das centrais nucleares é cerámico, as memorias magnéticas son cerámicas, etc.

Moitas das cerámicas industriais e, en particular, a cerámica de construción, os pavimentos, o cemento, o vidro estándar, a maioría dos refractarios e a louza e porcelana están fabricadas mediante tecnoloxías maduras, é dicir, coñecidas e desenvolvidas dende hai moito tempo. Naturalmente, estas tecnoloxías están sometidas a melloras continuas nos seus procesos de fabricación, no seu deseño, no rendemento enerxético da súa cocción, etc.

Outro gran grupo de cerámicas son as avanzadas. Unha cerámica avanzada é aquela que está deseñada con base no coñecemento científico da ciencia dos materiais e que se obtén a partir de materias primas específicas de calidade controlada, mediante un procesamento ben establecido e dotado de propiedades adecuadas para satisfacer unha función determinada. As cerámicas avanzadas ou funcionais teñen propiedades melloradas –e ás veces exóticas– que nos permiten novas aplicacións e desenvolvementos. Presentan moitas vantaxes, como:

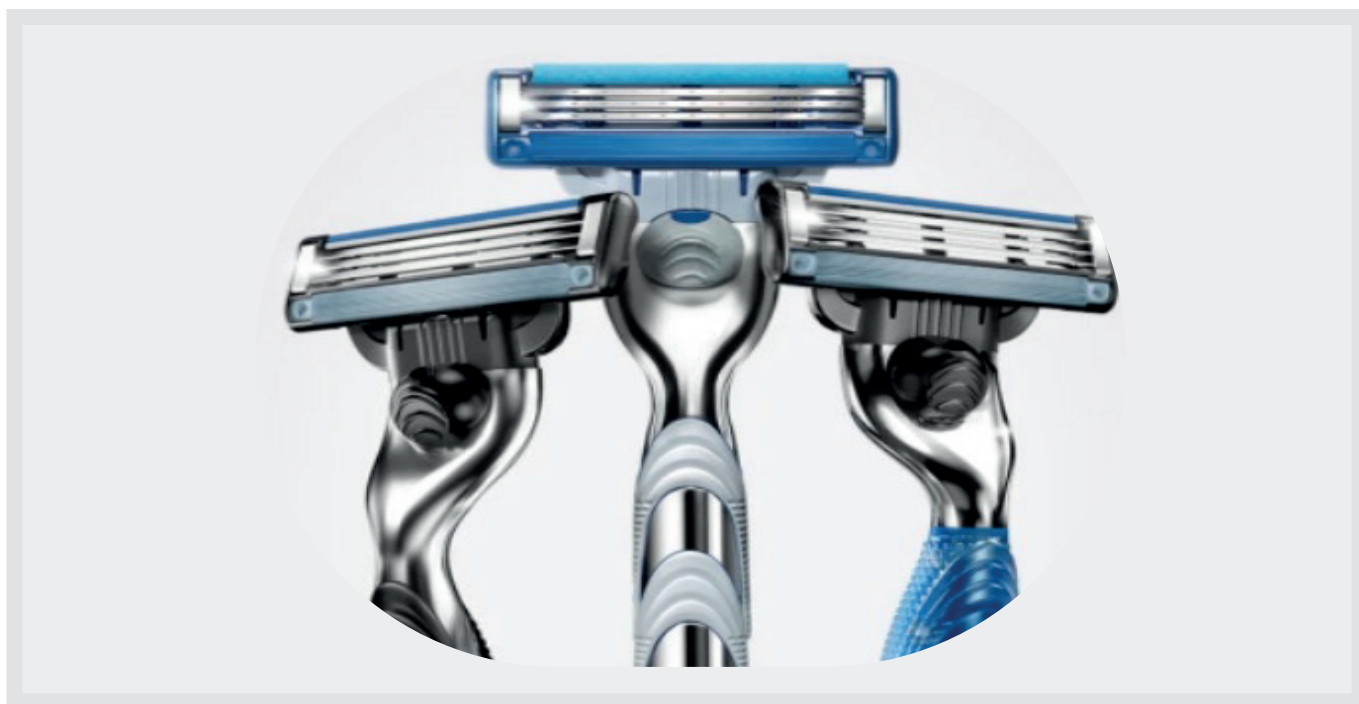
- Enorme valor engadido.
- Relativa independencia das materias primas.
- Independencia da localización xeográfica da produción e das súas comunicacións.
- Necesidade de investigación e desenvolvemento caro e constante, pero con enormes retornos en caso de éxito.
- Ausencia de crise no sector: non hai cotas, os mercados son globais.

Un exemplo clásico do desenvolvemento dun novo dispositivo baseado en cerámicas avanzadas é a máquina de afeitar Mach3, desenvolvida por Gillette nos anos 90. O corazón do dispositivo é o seu cabezal de afeitado, composto por tres follas paralelas. Cada unha das láminas de aceiro está recuberta cunha capa de diamante artificial (coñecido como DLC), extraordinariamente fina e de dureza extrema. Esta capa permite un afeitado máis suave que as láminas convencionais e prolonga a vida útil das láminas.

Gillette tardou cinco anos -de 1993 a 1998- en desenvolver este dispositivo e os procedementos e equipamentos para a súa fabricación e investiu 775 millóns de euros. Desde o seu lanzamento ao mercado en 1999, a compañía fabrica máis de 1 200 millóns de unidades ao ano, o que lle permitiu recuperar o investimento realizado nun período inferior a tres anos. Con fins comparativos, pódese considerar o orzamento total anual da USC, que rolda os 250 millóns de euros anuais.

Evidentemente, poderían poñerse centos de exemplos deste tipo, máis técnicos e sofisticados. Todos eles levaríannos á conclusión de que o investimento en cerámica avanzada é moito máis rendible que en cerámica tradicional, pero require importantes e custosos desenvolvementos previos na ciencia e tecnoloxía dos materiais.

A diferenza da cerámica tradicional, que ten unha enxeñería, proceso de fabricación e mercado coñecidos, a cerámica avanzada está á vangarda do desenvolvemento tecnolóxico. Busca os seus propios procesos, métodos de fabricación, propiedades e mercados.



► Cabezal de afeitar Gillette Mach3. Obsérvanse claramente as tres follas paralelas que realizan o afeitado.

Oportunidades para Galicia

Como xa se dixo, Galicia perdeu nos últimos vinte anos máis da metade da súa industria cerámica. A desaparición destas empresas debeuse a causas moi diferentes. Por exemplo, está claro que o peche de dous terzos das fábricas de cerámica de construción debeuse á crise da construción, a problemas na propiedade e, probablemente, a unha xestión deficiente. Outras empresas, como as de pavimentos, non foron quen de competir coas grandes fábricas instaladas en Castellón.

Hai casos paradigmáticos, como o do Grupo de Empresas Álvarez, que caeu polos sucesivos cambios de titularidade e a súa tecnoloxía obsoleta, así como problemas na xestión comercial do grupo. Outras empresas, como Vidriera del Atlántico, desapareceron porque non tiñan tecnoloxía propia, o seu custo de implantación era salvaxe e non había posibilidades reais de innovar na produción, materiais ou deseño.

Cando pensamos en que facer no futuro en Galicia no ámbito da cerámica industrial hai que ter en conta o acontecido no pasado. De nada serve tentar competir coas mesmas armas con empresas ou grupos industriais que dominan a tecnoloxía de fabricación, o deseño e o mercado dun determinado tipo de cerámica.

No caso da cerámica tradicional, non parece que as fábricas de ladrillos corran moito risco, pois, como xa se dixo, os ladrillos viaxan mal. Cerámicas de Sargadelos e O Castro cobren a demanda de porcelana dura e poden crecer cara á exportación, pero non parece que haxa oco para moitas máis fábricas de porcelana.

Na miña opinión, neste eido da industria cerámica madura poderían establecerse empresas dedicadas á explotación de determinados nichos de mercado, como pequenas plantas para a

elaboración de revestimentos de gres e/ou azulexo de gran calidade, con moi bo deseño, decorados a man ou con técnicas avanzadas como a 3D printing. Outras opcións poderían ser plantas para a produción de caolíns e arxilas de moi alta calidade para aplicacións especiais ou unha fábrica de fibras cerámicas ou de vidro para aplicacións illantes.

Un caso moi interesante é o da fabricación de pezas de cristal de chumbo de gran calidade, para a que sempre hai demanda no mercado. Nos anos 90, en Sargadelos, Isaac Díaz Pardo puxo en marcha unha experiencia piloto para a fabricación deste tipo de materiais. A experiencia acadou resultados positivos: obtivéronse pezas de cristalería e figuras decorativas, cun deseño moi coidado e moi características. Porén, a pesar destes bos presaxios, a experiencia non tivo continuidade e non se implantou a produción en serie, quizais pola idade do seu promotor e os condicionamentos da época. Hoxe esta iniciativa podería retomarse con certas garantías de éxito.

En todo caso, as empresas que se establezan deberían pensar que a súa única posibilidade de supervivencia vai ser a súa orixinalidade: a súa versatilidade, a súa capacidade de diferenciación, o deseño das súas cerámicas e as súas aplicacións.

O panorama é diferente no caso da cerámica avanzada. En xeral, unha cerámica funcional avanzada non precisa de grandes producións. Polo tanto, a súa fábrica é máis pequena e, en xeral, é máis fácil de construír e máis barata. As materias primas purificadas ou sintéticas son máis caras, pero a súa tonelaxe é moito menor que na cerámica tradicional. A fabricación avanzada de cerámica pode estar altamente automatizada e, en xeral, require relativamente pouco persoal, ora ben, de elevada cualificación. O mercado é global e non depende das crises. Facer cerámica avanzada non ten máis que vantaxes, cunha soa dificultade: a súa produción baséase na ciencia e na tecnoloxía, é dicir, está baseada no coñecemento.



► Pezas de cerámicas avanzada e funcional fabricadas en Galicia.

O problema é, por suposto, de onde sae o coñecemento para montar unha produción, por exemplo, de biocerámica, de soportes de catalizadores 3D printing, cerámicas magnéticas ou cerámicas transparentes e resistentes ao riscado e transparentes. Como xa se sabe, hai dúas fontes: a compra de tecnoloxía –en forma de patentes industriais, materiais ou de proceso– e o desenvolvemento de coñecementos propios.

A compra de tecnoloxía é o camiño máis sinxelo e o que se segue habitualmente en España. É rápido e relativamente cómodo, aínda que ten o problema de que, se a tecnoloxía está no mercado, tamén é accesible dun xeito ou doutro á

competencia, que pode estar en calquera país do mundo.

Pola contra, o desenvolvemento do autoconhecimento é máis lento, e require máis esforzo, pero é máis seguro a longo prazo. Esta é a función dos departamentos de I+D+i das propias industrias e do sistema público de investigación, que deberían dedicar máis fondos, persoal e instalacións ao desenvolvemento de tecnoloxías propias e á adaptación do coñecemento importado no ámbito dos materiais industriais en xeral e da cerámica en particular.