

# Cerámica tradicional y no tradicional

A. GARCIA VERDUCH

Consultor de AICE. Castellón.

En la segunda mitad de este siglo se ha producido una profundísima transformación en el campo de los materiales, en general, y de los materiales cerámicos, en particular. La vertiginosa evolución de los productos y de los procesos de fabricación, que hemos presenciado en los últimos años, ha tenido su origen en una revolución del pensamiento. Esta revolución ha tenido la virtud de abrir las puertas a una mayor creatividad científica y a una mejor infiltración y absorción de los nuevos conocimientos científicos logrados. Un acontecimiento tan apasionante como éste, es merecedor de las reflexiones y comentarios que nos proponemos hacer.

*Palabras clave: Cerámica tradicional. Cerámica no tradicional. Ciencia cerámica. Ciencia de materiales. Materiales cerámicos.*

## Traditional and non-traditional ceramics

A profound transformation has taken place in the second half of this century in the materials field generally, and in ceramic materials in particular. The dizzying evolution of products and manufacturing processes unfolding before us in recent times, stems from a revolution in thinking. This revolution has thrown open the way to greater scientific creativity, and enhanced infiltration and absorption of the newly attained scientific knowledge.

Such an exciting event deserves the reflections and remarks we propose to offer.

*Key words: Traditional ceramics. Non-traditional ceramics. Ceramic science. Material science. Ceramic materials.*

## 1. CIENCIA CERAMICA Y CIENCIA DE MATERIALES

Justamente al iniciarse la segunda mitad de este siglo, se produjo una transformación profundísima en el pensamiento acerca de los materiales. Hasta entonces, cada uno de los grandes sectores de materiales -como cerámica, cemento, vidrio, metalurgia, etc.- vivía intensamente los problemas de su desarrollo industrial, y los vivía con una pasión centrípeta. Estos sectores, encastillados entre sus propios muros, sólo prestaban atención continuada a los demás en aquellas cuestiones que eran de manifiesta coincidencia, como, por ejemplo, la de los refractarios, que eran de interés común para muchos de ellos. Los demás contactos mutuos eran esporádicos y tangenciales.

En la década de los cuarenta comenzó ya a acelerarse la producción científica y, con ello, a revalorizarse su significación como motor del desarrollo. Los sectores de materiales comprendieron muy pronto que el perfeccionamiento y la diversificación de sus productos había de basarse más y más en los conocimientos científicos y, específicamente, en aquellos relacionados con la ciencia de la materia. Los ceramistas, por ejemplo, avivaron su interés hacia conocimientos tan interesantes como:

- Imperfecciones reticulares en sólidos cristalinos
- Propiedades (eléctricas, magnéticas, ópticas, etc.) de los sólidos
- Dislocaciones en cristales

- Fenómenos de recristalización en metales, semiconductores y materiales cerámicos
- Difusión en sólidos
- Teoría de la fractura
- Emisión de sólidos a temperaturas elevadas
- Diagramas de equilibrio
- Estudios cinéticos de reacciones en las que intervienen sólidos
- Nucleación y crecimiento de cristales
- Cinética y mecanismos de las transformaciones de fase
- Mecanismos de sinterización
- Propiedades superficiales de los sólidos
- Deposición de sólidos a partir de vapor
- Estudios estructurales y microestructurales de los sólidos
- Mineralogía de arcillas y de otras materias primas cerámicas
- Coloidequímica
- Reología
- Nuevos métodos de síntesis, etc.

Aparte de estos campos que atañen especialmente a los productos cerámicos en sí, y a las materias primas de que se han formado, hay que señalar también otras muchas áreas que afectan directamente a los procesos de fabricación, como son, por ejemplo:

- Combustión
- Física de llamas

- Arco y plasma
- Transmisión de calor
- Separación, purificación y molienda de minerales
- Transporte de materiales, etc.

Los expertos de los otros sectores, tales como siderurgia, metalurgia no férrea, soldadura, cemento, vidrio, etc. coincidieron plenamente en su interés hacia estas áreas del conocimiento y otras relacionadas.

### 1.1. Búsqueda de un sustrato científico común

Unos y otros sectores -que, tradicionalmente, estaban separados por los muros que protegían sus grandes tecnologías industriales- hubieron de hundir sus raíces hasta llegar a las propias fuentes donde manaba la ciencia, y así, franqueando esos muros por debajo de los cimientos, las raíces de unos y otros sectores fueron encontrándose en las inmediateces de las mismas fuentes.

A partir de entonces, se comprendió que de poco valía levantar grandes muros que separasen, unos de otros, los diversos sectores de materiales, cuando todos ellos necesitaban para subsistir el agua que manaba en un subsuelo común. El hecho de compartir la base científica era perfectamente compatible con el mantenimiento de aparatos tecnológicos bien diferenciados, aunque en la nueva era que se inauguraba, quedaban también abiertas las puertas a la compartición de muchos procesos tecnológicos. Ejemplos muy llamativos de esta compartición se han dado entre los campos de la cerámica y de la metalurgia.

Este, y no otro, fue el convencimiento íntimo que animó a aquellos jóvenes profesores e investigadores de la Norteamérica de los años cincuenta a acuñar el concepto de Ciencia de Materiales. El acuñado se produjo allí y entonces, aunque el concepto y la inquietud estaban ya latentes en muchos otros lugares, durante toda la década de los años cuarenta.

Al acuñarse el concepto de Ciencia de Materiales, perdieron parte de su significación las barreras que separaban unos materiales y otros y, como contrapartida, se reforzó el concepto de «material», sin adjetivar, cuya optimización había de estar necesariamente ligada a un conocimiento de la materia más profundo.

Por esta razón, la nueva era que se abría iba a estar regida por una única consigna: «Conocer mejor la estructura, el comportamiento y las propiedades de la materia». Lo demás vendría por añadidura, porque el caudal de conocimientos que, así, se iba a generar daría lugar a la creación de nuevas y numerosas familias de materiales. Y así ha sucedido.

### 1.2. Claves del nuevo pensamiento en el campo de los materiales

Para comprender mejor la revolución causada por este nuevo pensamiento en el campo de los materiales, pueden ser de interés las siguientes claves:

#### 1.2.1. DERRUMBAMIENTO DE FRONTERAS

Los distintos sectores de materiales estaban antes separados por muros. La cerámica era cerámica, porque estaba fabricada con un limitado repertorio «oficial» de materias primas, y mediante la aplicación de un limitado número de procesos tradicionalmente aceptados. El vidrio era vidrio por paralelas razones, y lo mismo ocurría con la metalurgia y con otros sectores. Lo que no era «esa» cerámi-

ca, había de ser, necesariamente, «ese» vidrio, o «ese» material metálico. No cabían otros materiales que los que fuesen fácilmente catalogables en unos u otros sectores. La nueva revolución derribó los muros que, ideológicamente, separaban unos materiales de otros, y los sustituyó por simples líneas dibujadas en el suelo.

La mente quedó liberada de ataduras inútiles y esterilizadoras, y pudo volar libremente para diseñar materiales enteramente nuevos, como fruto exclusivo del razonamiento científico. Se abrieron las puertas al uso de nuevas y poderosas tecnologías, y también, de nuevas materias primas naturales y artificiales, aunque para buscarlas hubiese que descender a leer la letra pequeña de los libros de mineralogía, o hubiese que levantar la veda en diversos cotos del Sistema Periódico.

Con el fin de ilustrar, de un modo más pedagógico, el alcance de este acontecimiento histórico, podríamos decir que, según el nuevo pensamiento, los investigadores se sintieron libres para invadir cualquier campo del conocimiento, y para aprovechar todo lo que allí hallaren de aprovechable, con la única condición de que sus razonamientos no condujesen a la negación de la existencia de Dios, o de los principios de la termodinámica, o de la ley de la gravedad. Estos eran los tres únicos palitos que no debían pisar, bajo ningún concepto.

Como es natural, este formidable aumento de la libertad intelectual, vino a acelerar la producción de creaciones cada vez más imaginativas.

Las generaciones actuales pueden enorgullecerse, no solamente de haber creado nuevos productos dentro de los campos existentes de materiales, sino también, de haber alumbrado familias de materiales, enteramente nuevas, y de haber abierto el camino a logros más brillantes de las generaciones venideras.

#### 1.2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES Y PROPIEDADES REQUERIDAS PARA SU USO

Antes de asentarse el nuevo pensamiento, la investigación preferida en los sectores de materiales, consistía en buscar soluciones, ya previsibles y poco innovadoras, a problemas existentes, como, por ejemplo, mejorar una propiedad de un material para, con ello, mejorar su comportamiento en unas condiciones de servicio determinadas.

La investigación solía ir dirigida a resolver algo concreto en el plazo más corto posible. Los resultados eran óptimos cuando resolvían el problema, y de poco valor cuando no lo resolvían.

La investigación, guiada por el nuevo pensamiento y con el soporte de nuevas técnicas de caracterización, da más valor al conocimiento profundo de la materia, que descubre su estructura íntima y sus propiedades, porque, conociéndolas, puede enfilarse mejor el objetivo lejano de su aplicación.

Para descubrir los usos óptimos de los materiales hay que desplegar dos acciones paralelas:

a) Conocer con mayor claridad qué propiedades son requeridas en los materiales para un uso determinado. Cada uso requiere un cuadro de características óptimas.

b) Conocer con mayor profundidad qué propiedades tiene un material determinado. Cada material tiene su propio cuadro de propiedades.

El objetivo último es emparejar un uso determinado con un material, cuyo cuadro de propiedades coincida exactamente con el cuadro de características óptimas requeridas para ese uso.

Imaginemos que tenemos, a nuestra derecha, una gran lista de posibles usos, exhibiendo, cada uno de ellos, su cuadro de características óptimas requeridas, y a nuestra izquierda, una gran lista de

materiales, exhibiendo cada uno de ellos su cuadro de propiedades. Si ésto fuese así, no sería difícil buscar el material más adecuado para cada uso.

Es evidente que si tuviésemos un conocimiento nebuloso del cuadro de características óptimas requeridas para cada uso, y al mismo tiempo, dispusiésemos solamente de una corta lista de materiales, de propiedades mal conocidas, este sistema de emparejamiento tendría muy poco valor.

La clave está, por una parte, en conocer mejor los requisitos de cada uso y, por otra, en crear una lista larguísima de materiales muy diversos con propiedades muy bien estudiadas. Es evidente que el alargamiento de esa lista de materiales, únicamente puede conseguirse con la libertad intelectual que confiere a los investigadores el nuevo pensamiento.

El mejor conocimiento de la materia permite, por una parte, perfeccionar los materiales tradicionales, derivando de ellos otros mucho más tecnificados, y, por otra, crear familias de materiales enteramente nuevas.

Según el nuevo pensamiento, el desarrollo verdaderamente innovador, no se produce por la suma de muchas búsquedas urgentes para la pronta resolución de muchos problemas puntuales, sino mediante la sosegada y profunda investigación, que logra añadir más y más nombres a la larga lista de nuevos materiales, sin saber, siquiera, qué aplicación específica última aguarda a cada uno de ellos. El interés se ha ido desplazando, desde las investigaciones fuertemente dirigidas, hacia las de largo alcance, que producen resultados más innovadores.

La necesidad de recurrir a la búsqueda de soluciones urgentes, es indeseable, pero insoslayable en muchas ocasiones y, por ello, nos acompañará siempre, sean cuales sean las grandes líneas de pensamiento que imperen en cada época.

### 1.2.3. CONOCIMIENTO DE LA MATERIA Y CONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS

Otra de las claves de la revolución producida en el campo de los materiales ha sido el reconocimiento de la necesidad de impulsar la ciencia y la tecnología de los procesos.

La creación de nuevos y mejores materiales se hace trepando entre dos paredes paralelas: conocimiento de la materia y conocimiento de los procesos. De nada serviría hacer crecer mucho uno de los conocimientos, si el otro se quedase enano, e impidiese el trepamiento en alturas superiores a la suya.

La microestructura de un determinado material -que condiciona sus propiedades- es como es, porque los procesos utilizados en su fabricación han contribuido a organizar la materia de ese modo. Sería inútil soñar con una determinada microestructura -que podría ser la base de un buen material- si no se dispusiese de los procesos adecuados para crearla.

Así, pues, la situación es la siguiente: la materia necesita el concurso de mejores procesos para poder producir mejores materiales. Y, a su vez, la mejora de esos procesos está condicionada, en buena medida, por la existencia de mejores materiales.

Este sería, por ejemplo, el caso de los materiales cerámicos. Estos materiales se pueden mejorar cuando se dispone de más altas presiones y de más altas temperaturas, y se pueden mejorar más aún mediante la utilización simultánea de altas presiones y de altas temperaturas, lo cual introduce nuevas dificultades. La aplicación de más altas presiones requiere, evidentemente, la disponibilidad de materiales más resistentes, y para aplicar más altas temperaturas, es necesario disponer de materiales más refractarios. Este podría ser un simple ejemplo de las variadísimas inter-relaciones

que se establecen entre el conocimiento de la materia y el conocimiento de los procesos, para lograr un avance conjunto y solidario.

Otro aspecto interesante a considerar es la utilización de procesos, que son propios de un sector industrial, para impulsar la creación de nuevos materiales, que son más propios de otro sector.

La libertad intelectual que ha sustentado el nacimiento de la ciencia de materiales, ha sido altamente beneficiosa para propiciar estos trasvases.

Entre la metalurgia y la cerámica se han producido trasvases muy notables como, por ejemplo, en los casos de la petruurgia, de la metalurgia en polvo y de los cermets.

Muchas industrias han visto mejorados sus procesos tradicionales por el concurso de nuevos materiales, como sería el caso de mejores materiales para moldes de prensado. La disponibilidad de nuevos materiales no ha alterado la esencia de los procesos, pero ha contribuido a mejorar sus rendimientos y a ampliar sus márgenes de operación.

Cuando los procesos tradicionales se agotan y resultan insuficientes, surge la necesidad de modificarlos profundamente, o bien de crear otros enteramente nuevos. En la búsqueda de estas soluciones innovadoras, los investigadores del campo de los procesos gozan de análoga libertad intelectual que sus colegas del campo de la materia, con los cuales colaboran estrechamente.

La multiplicación de nuevos procesos en las tres últimas décadas es un claro exponente de la fertilidad de la revolución en el campo de los materiales.

## 2. MATERIALES CERÁMICOS. NUEVOS INDIVIDUOS Y NUEVAS FAMILIAS

El aporte de nuevos materiales puede hacerse, o bien a familias de larga tradición histórica, como son, por ejemplo, las porcelanas, o bien a familias recientemente establecidas, como es, por ejemplo, la biovitrocerámica.

La creación de un *nuevo material cerámico* es un hecho significativo y grato, siempre bienvenido y celebrado, pero la creación de una *nueva familia de materiales cerámicos* es mucho más, es un acontecimiento transcendental, es un acontecimiento de gran fertilidad, que abre una nueva vía hacia el futuro, es una fuente de inspiración para nuevas creaciones.

El perfeccionamiento de los materiales de una determinada familia, se produce por adición de nuevos individuos que -debido a la optimización de algunas de sus propiedades- cumplen mejor los requisitos que impone su uso. Así, por ejemplo, la fabricación de baldosas para pavimentos, con mejor resistencia a la abrasión y al impacto, con formatos más grandes, o con mayor perfección y estabilidad geométrica, constituye un ejemplo de materiales nuevos, no tradicionales, dentro de una familia tradicional.

En otros casos, se produce el surgimiento de una nueva familia de materiales cerámicos, que debe su identidad, bien diferenciada, a razones tales como:

a) Aplicación de un nuevo proceso físico-químico, como, por ejemplo, el de sol-gel, o la glorificación de uno ya conocido, como la devitrificación. Este último sería el caso de los materiales vitrocerámicos.

b) Optimización de una determinada propiedad física de la materia, como sería el caso de los materiales magnéticos o de los superconductores.

c) Cobertura de un nuevo campo de aplicación, en el cual se requiere un conjunto de propiedades muy específicas. Este sería el caso de la biocerámica. Dentro de esta familia pueden coexistir

materiales de diversa naturaleza, con tal de que reúnan esas propiedades específicas.

d) Incorporación a la estructura cerámica de determinados elementos o compuestos no habituales, que causan profundas variaciones de las propiedades. Este sería el caso de los cermetes.

e) Incorporación, o síntesis «in situ», de una determinada fase mayoritaria en la estructura cerámica. Las propiedades de las piezas cerámicas están relacionadas con las propiedades intrínsecas de esas fases cristalinas. Es extensísima la lista de las sustancias que se utilizan ya, o están en proceso de estudio. Unas cuantas, bien conocidas, son las siguientes: circón, circonita, alúmina, cordierita, mullita, titanatos de bario, estroncio y plomo, carburo de silicio, nitruro de silicio, etc.

f) Exaltación específica de algún rasgo morfológico de la microestructura cerámica, como la presencia de granos aciculares, o la predominancia de unos determinados tamaños de grano. Este último sería el caso de la cerámica de grano ultrafino, como la nanocerámica.

g) Creación de microestructuras que contienen acoplamiento de fases, en las cuales existen anómalos estados tensionales, como sería el caso de las cerámicas tenaces.

h) Actuación sobre la porosidad, tanto en lo que se refiere al volumen, como a la forma y a la distribución de tamaños. Este sería el caso de los elementos cerámicos para microfiltración y ultrafiltración.

Cuando los esfuerzos se dirigen a la supresión de la porosidad, se puede llegar a los materiales cerámicos translúcidos, como por ejemplo, los de alúmina, de magnesia, de ytria-toria, y otros, que se utilizan en la fabricación de ampollas para lámparas de vapor de sodio de alta presión, o de ventanas para transmisión de infrarrojos, o de materiales láser.

### 3. PRODUCTOS CERÁMICOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES

#### 3.1. Denominación

Es absolutamente comprensible que a lo recién nacido se desee llamarle nuevo, que a lo que está en boga, se desee llamarle actual o moderno, y que a lo descubierto en el último minuto, se desee llamarle avanzado.

Todas estas denominaciones son lícitas y razonables, pero tienen un inconveniente en común, y es que la validez de la denominación queda permanentemente ligada a un momento fijo. Esas denominaciones, únicamente tendrían validez inalterable si el tiempo quedase paralizado y la Historia inmóvil. Desgraciadamente, eso no va a ocurrir, y el devenir de la Historia se encargará de hacer viejo lo nuevo, obsoleto lo actual, antiguo lo moderno, y atrasado lo avanzado. Además, se incurrirá en ridiculez, si se persiste en llamar nuevo a lo que ya ha envejecido, actual a lo obsoleto y arrinconado, moderno a lo que ya luce la pátina de lo antiguo, y avanzado a lo que renguea en el pelotón de cola.

El uso de los términos tradicional y no tradicional nos parece más adecuado, porque discrimina perfectamente lo que era y sigue siendo, de lo que no era y ahora es. Además, tiene la ventaja de que, al no recibir los productos un etiquetado permanente en el momento de ser creados, su denominación es revisable y reevaluable en cada momento, lo cual es muy importante porque, de ese modo, las denominaciones de los productos quedan inmunes a las chufas del futuro.

La tradición supone una comunicación o transmisión de conocimientos o costumbres, hecha de padres a hijos al correr los tiempos

y sucederse las generaciones. Es tradicional lo que se ha transmitido por la vía de la tradición.

En cada momento son, pues, tradicionales los productos que circulan ampliamente en el mercado. Los productos circulan en el mercado, en un momento dado, porque las gentes que vivieron con anterioridad tuvieron la imaginación necesaria para crearlos, y la capacidad suficiente para fabricarlos y difundirlos.

Los productos cerámicos no tradicionales son los que hace cada generación y, por ello, son logros de su imaginación, de sus afanes y de sus esfuerzos. Estos productos son la obra de generaciones inteligentes, que saben descubrir y aprovechar la sabiduría de las generaciones pasadas, y que saben, además, ponerle la guinda de la suya propia.

La denominación de productos cerámicos tradicionales y no tradicionales es justa porque reconoce a cada generación los méritos de sus esfuerzos, de sus aportaciones y de sus logros. Además, es justa también porque reconoce y valora el trabajo científico y técnico, únicamente por su calidad, y no por el área en que ha sido realizado.

Con esta denominación se valora análogamente el avance realizado para mejorar un determinado producto tradicional, que el realizado para gestar y producir una nueva cerámica, siempre que ambos hayan requerido un competente manejo de los conceptos científicos y técnicos. Tanto un avance como el otro, son frutos de la brillantez intelectual y del tesón del mismo estrato generacional. Ambos avances se han producido por la adición de nuevas chispas de sabiduría y de ingenio al conjunto de conocimientos heredado de anteriores generaciones.

La denominación de productos cerámicos tradicionales y no tradicionales no crea estériles pugnas entre las personas de una misma generación que laboran en unos u otros campos, porque, según ella, los campos no se estratifican jerárquicamente en sentido vertical, sino que se esparcen en sentido horizontal.

Esta denominación tiene la virtud de reconocer únicamente el valor que cada generación añade al acervo de conocimientos heredados. Según haya sido la calidad y la magnitud de sus aportaciones, las generaciones serán calificadas como exuberantes o como lánguidas.

Un modo de conocer cómo pensaron y qué hicieron las gentes que nos precedieron, es repasar sosegadamente los índices de las revistas científicas y técnicas publicadas durante muchos años.

Y si, además de esto, leemos con detalle algunos artículos anti-guós relacionados con algún campo de nuestro interés, descubriremos auténticas maravillas de arquitectura intelectual, en las cuales se disponen con primor los bloques de los conocimientos existentes, y se añaden algunas curiosas piezas nuevas que son necesarias para aumentar la estabilidad y la belleza de la nueva edificación.

¡Cuántos conocimientos, que ahora están plenamente confirmados por la moderna herramienta científica, fueron sabiamente intuitivos y previstos en épocas en que los conocimientos rigurosos no llegaban más lejos! ¡Y cuánta vieja sabiduría -levadura de nueva inspiración- yace olvidada bajo el polvo de las estanterías menos accesibles!

#### 3.2. El desarrollo del conocimiento

El desarrollo del conocimiento se produce por complejos acoplamiento de ideas que surgen en las mentes de personas de diversos tiempos y de diversas tierras.

Lo que hoy surge aquí, como una hipótesis vaga, que linda el terreno de la ficción, mañana se redondea en otro lugar como una hipótesis claramente viable, y pasado mañana, en cualquier otro

sitio, se elabora para ella una sólida base científica, y se confirma su validez. Más adelante, otras personas dirigen su mirada hacia esa hipótesis ya confirmada -que constituye, por tanto, un retazo de nuevo conocimiento- y ponen sus motores en marcha para relacionar ese reciente conocimiento con otros ya existentes, y para hacer saltar, de esas relaciones, nuevas chispas de inspiración, bien sea para la creación científica, o bien para el establecimiento de su potencialidad de aplicación.

A partir de entonces, las personas que buscan la aplicación de ese nuevo conocimiento -trabajando solas o en grupo, aquí o allá, en laboratorios de diversa titularidad- se afanan por descubrir soluciones que sean atractivas desde el punto de vista práctico.

Y así, poco a poco, aportando nuevas ideas y perfilando nuevos matices, los investigadores involucrados logran abrir definitivamente los cauces para la explotación práctica de la idea original.

En este laberíntico proceso, en el que se entrecruza la apasionante búsqueda de la utilidad del conocimiento, con los insondables e impredecibles palpitos del capital, alguien, en algún momento y en algún lugar, nos sorprende con el golpe de gong que anuncia la salida al mercado de un nuevo producto.

Al fin, lo que comenzó siendo una vaga hipótesis, casi un presentimiento, después de un largo proceso intelectual y de una acertada combinación de medios, se ha convertido en un nuevo producto, listo para circular en los mercados.

Como este proceso es largo y sinuoso, puede ocurrir que una generación construya la infraestructura del pensamiento, y que la siguiente generación tenga el privilegio de poner su marca en el producto y de dar el golpe de gong. Así se encadenan los hechos en la Historia, y así hay que aceptarlos.

Hemos dicho anteriormente que los productos cerámicos no tradicionales nacen como obra de una generación inteligente, que sabe descubrir la sabiduría de las generaciones pasadas, y que sabe, además, ponerle la guinda de la suya propia.

El encadenamiento de la Historia consiste en que una generación pone la guinda al conocimiento elaborado por las generaciones anteriores y, al mismo tiempo, elabora y aporta nuevos conocimientos, para que las generaciones siguientes puedan también tener la dicha de coronar nuevas obras con sus propias guindas.

Los hombres de hoy disfrutamos, como propio, del tesoro de la tradición que ha llegado a nuestras manos, y al mismo tiempo, con nuestro esfuerzo y nuestra laboriosidad, aseguramos a las generaciones futuras el disfrute de una tradición más rica.

#### 4. LA VIEJA Y ETERNA CERAMICA

La cerámica era un ascua de remotísimas civilizaciones, que se mantenía viva, protegida por las cenizas de los siglos.

Los vientos de las actuales revoluciones, científica e industrial, no la han apagado, sino que, por el contrario, han avivado su chisporroteo.

La cerámica -que antes era ascua mortecina- rejuvenece ahora su incandescencia con el oxígeno de los nuevos conocimientos.

Esta es la vieja y eterna cerámica, compañera inseparable del

hombre a lo largo de su historia. Esta es la cerámica que languidece en unas épocas y resplandece en otras con nueva luz, pero nunca muere.

Esta es la vieja y eterna cerámica, condenada a acompañar al hombre en todas las aventuras de su vida. Ha acompañado a los hombres humildes en sus chozas, y a los reyes en sus palacios. Ahora, además, acompaña a los sabios en sus afanes de verdad, y a los tecnólogos en sus afanes de perfección y de poder.

La cerámica tuvo un modesto y remotísimo origen, que se pierde más allá de donde alcanza la memoria histórica. El fuego recién inventado por la creatividad humana hizo el milagro de endurecer el barro por primera vez. Y el hombre se admiró y pensó.

El descubrimiento del fuego fue, sin duda, un acontecimiento trascendental en la historia de la Humanidad. Y la cocción, a las ascuas, del primer objeto de barro, constituyó otro hito importante, porque marcó, nada menos, que el punto cero de la historia de la cerámica. Además, fue esa la primera ocasión en que el hombre provocó unas auténticas transformaciones químicas de alta temperatura en el mundo mineral.

En aquel primer objeto de barro se produjeron las primeras descomposiciones térmicas de sólidos, las primeras reacciones entre sólidos a altas temperaturas, y las primeras reacciones entre sólidos y gases, que provocó un ser humano. El hombre no necesitó esperar a que se inventase la bata de laboratorio para comenzar a sentirse químico.

En la cocción de aquel primer objeto de barro, coincidieron dos hechos trascendentales: el nacimiento de la cerámica y el nacimiento de lo que hoy podríamos llamar química de alta temperatura.

En aquella rústica cerámica todo ocurrió obedeciendo rigurosamente las más estrictas leyes de la materia, aunque la existencia y el contenido de esas leyes no eran, entonces, ni conocidos ni sospechados.

La cerámica ha sido ciencia escondida durante milenios. Y esa ciencia escondida es la que atrae a los hombres, como un imán, y les invita a desvelarla. En nuestros días, miles de científicos curiosos comparten esa ilusión, y trabajan con ahínco.

La avalancha de conocimientos que ha producido esta búsqueda intensiva ha hecho el milagro de rejuvenecer el añoso árbol de la cerámica, enraizado en profundidades milenarias. Los conocimientos recién nacidos han refrescado la lozanía de este árbol milenario, y han hecho brotar de él multitud de nuevas ramas vigorosas.

Las tiernas ramas, que ahora han brotado, irán haciéndose leñosas con el paso del tiempo, y más adelante, de ellas brotarán otras y otras nuevas, que también florecerán y fructificarán en abundancia.

Y ahora, para terminar, volvemos a hacernos la misma pregunta: ¿Qué es la cerámica tradicional, y qué es la cerámica no tradicional?

La respuesta es muy sencilla. La cerámica tradicional está constituida por toda la parte leñosa del árbol de la cerámica, y la cerámica no tradicional, por los tiernos y pujantes brotes que han nacido esta última primavera, y que ya están en plena floración. Cuando llegue la próxima primavera, los brotes de ahora ya se habrán lignificado, y saldrán otros nuevos. Y el árbol seguirá creciendo y fructificando. Todo es así de natural. ♦

BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
**Cerámica y Vidrio**  
INSTRUCTIONS FOR PAPERS

#### SUBMISSION OF PAPERS

The original paper and two copies, as well as a copy on computer diskette, should be sent to: Redacción del Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, antigua Carretera de Madrid-Valencia, Km. 24,300, 28500 Arganda del Rey, Madrid.

#### 1. TITLE

It should be as concise as possible and accurately reflect the contents of the publication. In case the article is to be published in separate numbers or sections, each part, apart from the title, ought to bear an additional subheading.

#### 2. AUTHORS

Underneath the title author's (author's) full name(s) will be indicated, as well as the name of the institution where the research was conducted.

#### 3. ABSTRACT

The text will be preceded by a short summary or abstract, no longer than 200 words, indicating briefly but clearly the aims and purpose of the research, the methodology used and the results obtained.

#### 4. KEY WORDS

The abstract should be followed by a maximum of five key words accurately describing the paper contents.

#### 5. TEXT

The text will be submitted in Spanish or English, typewritten with double line spacing and using the front page only, the page being adjusted to UNE Standard A4 (21 x 29,7 cm) with a 2-3 cm left hand margin.

The total length of the article should not exceed 12 pages of the specified format. In case this length is surpassed, the publication has to be broken down into two or more parts.

For greater ease of comprehension and orderly presentation, it is recommended to structure the text into logical sections provided with a short heading and sequential numbering in arabic figures. Such sections may have any number of subsections or chapters, identified according to the example below:

##### 1. INTRODUCTION

##### 2. EXPERIMENTAL

##### 2.1. Identification of raw materials

##### 2.1.1. CHEMICAL ANALYSES

##### 2.1.1.1. Granulometry

The text should be condensed to a maximum, avoiding unnecessary descriptions and superfluous experimental detail, as well as procedural explanations described elsewhere, so that a simple quote of the bibliographical reference is sufficient.

The use of symbols, abbreviations or acronyms of physical magnitudes should follow the International Unit System.

##### 6. TABLES, GRAPHS AND PHOTOGRAPHS

Tables and figures (graphs and photographs) have to adjust in any case to the scope and requirements of the research reported. However, the number of these illustrations should be reduced to the necessary minimum.

Unless to the detriment of clarity, it is recommended to juxtapose graphs referring to the same representational system. Except for exceptional cases, tables and graphs should not be used simultaneously to represent identical data.

Tables will be numbered in Roman figures and provided with a short legend.

They will be presented on separate sheets at the end of the article.

Figures (graphs and photographs) will be numbered correlatively and in the order of quotation in the text. The legends to the figures should in themselves suffice to explicate their contents. According to their numbering, they will be added on a separate sheet at the end of the text, together with the tables.

Tables as well as figures will have to be expressly mentioned in the text, indirect reference does not qualify for inclusion in the publication.

The author will indicate on the left hand margin the approximate and desired site of incorporation into the text for each table or figure. Definitive incorporation will, however, depend on composition and setting.

Graphs and drawings should be presented on separate sheets as camera-ready originals or with quality enough to ensure clear reproduction.

The permissible width of figures and tables is that of a column (8,2 cm), only in exceptional cases a double column (17 cm) can be admitted. If it is desired to differentiate several curves in one and the same graphic, differentiation will be made by means of a fat black line, dotted line and a line consisting of dots and dashes.

Graphical representation of experimental findings will be indicated by means of symbols ○ ● □ ■ ▲ in the preferential order mentioned in the text.

Photographs will be supplied in black and white and on glossy paper, minimum dimensions 9 x 12 cm, indicating, where required, the graphical scale reference.

In order to allow for easy identifications of this material, each item will be marked in pencil and on the margin (photographs on the verso) with its current number, the name of the author and an abridged reference to the title.

#### 7. REFERENCES

References (as well as footnotes) should be listed in the order in which they appear in the paper. The order numbers in the text should be in brackets.

All references should be listed together on a separate page. References to periodical papers must include the authors' names, paper title, periodical title, volume number, page range and year (as applicable). Papers from proceedings should include, apart from the author's names and the title of the paper, the location and date of the meeting, name and location of the publisher and the year of publication. Book references should include authors' names, chapter/section title, page range, book title, editors' names, publisher's name registration, the title of the patent, country, number and date.

When original titles are written with non-latin letters, the title should be translated into Spanish and followed by indication of the original language between brackets.

Formats of typical references are as follows:

1. D.P.H. Hasselman. «Unified Theory of Thermal Shock Fracture Initiation and Crack Propagation in Brittle Ceramics». J. Am. Ceram. Soc. **52** [11] 600-604 (1969).

2. J.M. Fernández Navarro. «Fundamentos de la fabricación del vidrio», pp. 127-329 en *El Vidrio*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (España) 1991.

3. K.T. Faber. «Microcracking Contributions to the Toughness of ZrO<sub>2</sub> Based Ceramics», pp. 293-305 en *Advances in Ceramics vol. 12: Science and Technology of Zirconia II*, Second International Conference on the Science and Technology of Zirconia (Zirconia'83), Stuttgart (Alemania), Junio 1983. Ed. N. Claussen, M. Rhule, A.H. Heuer, The American Ceramic Society Inc., Columbus, Ohio (USA) 1984.

4. E.W. Babcock, R.A. Vascik. Libbey-Owens-Ford Glass Co. «Glass Sheet Support Frame». USA num. 334765 (17-10-1967).

#### 8. GALLERY PROOFS

The authors will receive the respective printer's slips for proof reading, which are expected to be returned within one week. After this time, the gallery will be proofed by the Bulletin's editorial staff with no liability for errata remaining in the text.

Upon gallery proofs, no modifications of the original text can be accepted, unless the author bears the charges.

#### 9. REPRINTS

The authors will receive, free of charge, 25 reprints plus a copy of the issue in which the article is published. Additional reprints may be ordered at the current price scales.

#### 10. REVIEW AND PUBLISHING

The Editorial Committee will select two reviewers for any original manuscript received and will return to the authors the reviewer's comments, recommending to introduce the suggested changes.

Only original manuscripts will be accepted.