

«Muy pocos azules eran tan fuertes y el cobalto, con su horrible intensidad púrpura, triunfó sobre el hierro» (Leach L.PB). Su intensidad puede ser disminuida mediante el empleo de arcilla roja, óxidos de hierro y manganeso como diluyentes. Esta dilución es especialmente importante cuando se trata de pintar sobre gres. Leach usa 98 de ochre crudo con 2 de cobalto. En Japón se usa el té verde hervido como vehículo de cobalto; el titanio parece prevenir la difusión del color bajo el barniz.

Gracias a su estabilidad, el cobalto ha llegado a ser un pigmento favorito en los objetos de mayólica, donde se emplea muchas veces como contorno de colores más fugitivos; también se usa mucho en la porcelana: el «blanco y azul» tan común en todas partes. Cuando se emplea como recubrimiento puede diluirse con piedra china. El talco también logra disminuir su estridencia. El cobalto en exceso se separará durante la cochura, dando lugar a manchas, una superficie oxidada que no siempre resulta desagradable sobre el gres. En los barnices blandos el cobalto puede ser *frito* con alúmina, etc., para producir diversos tonos (véase *Pigmentos azules*), pero en el gres tiende a dar el silicato azul púrpura.

Debido a su alto punto de fusión, el cobalto es difícil de «fijar» sobre el biscuit. Puede mezclarse piedra china, un frito o un poco de arcilla. En los barnices al cinc, el cobalto puede producir un azul púrpura o un verde; con magnesia da rosa. En un barniz actúa como si se tratase de una base débil. (Véase también el mineral de cobalto, *Asbolita* y *Esmaltes*.)

COBRE, óxidos, compuestos

Elemento metálico Cu, 63,5.

Óxido cúprico CuO, 79,5, p.f. 1149°C.

Óxido cuproso rojo Cu₂O, 143,0.

Carbonato de cobre CuCO₃, 123,5 [estrictamente CuCO₃·Cu(OH)₂].

El óxido cuproso se encuentra en la forma más baja o «reducida» y se transformará en el CuO en un barniz a menos de que se mantenga la reducción. (Véase *Rojo de cobre*.) El carbonato verde se descompone en agua caliente y es más tóxico que el óxido.

Es un pigmento *básico*, versátil, ligeramente *tundente* en un barniz. Puede *volatilizarse*. Una proporción del 1-3 % de óxido de cobre puede dar lugar a una gran variedad de colores verde transparentes; verde manzana en barnices al plomo; turquesa en barnices alcalinos con poca alúmina y tonos varios en barnices exentos de plomo. En las colas produce un color bastante diluido y se combina generalmente con el cromo.

En el gres oxidado, el cobre da generalmente un color verde-marrón bastante amorfo pero puede

sorprender algunas veces dando colores desde ante a negro sobre bases mates o azules con bario.

El cobre tiene fama de aumentar la *solubilidad del plomo* y debe tenerse cuidado al usar esta combinación en piezas para cocina. Un exceso de cobre —3 % y valores superiores— en cualquier barniz tiene tendencia a producir un negro ceniza. Con una buena dosis de experiencia y control puede conseguirse un efecto en un barniz a la loza.

Como pigmento, el cobre se usa en barnices para dar un color verde o bien marrones y negros en un biscuit sin barnizar. Tiende a separarse si se mezcla con otros pigmentos. Las mezclas de cobre/manganeso pueden dar un color dorado fuerte en un biscuit independientemente de la temperatura pero el bajo eutéctico puede originar corrimientos si la aplicación ha sido espesa. El cloruro de cobre se emplea en los *lustres*.

Un método interesante para preparar su propio óxido de cobre es el citado en S.W.JC. Las limaduras de cobre se empapan en agua salada durante una semana, se agita y se lava. Se lava con agua y finalmente con té fuerte. Se seca y se elimina la capa superficial que debe contener el titanio. Se separan con cuidado las capas media e inferior (que es la metálica) y se usa ésta como pigmento. (Véase también *Rojo de cobre*.)

COCCIÓN

Véase *Cochura*.

COCCIÓN AL HÚMEDO

Sistema bastante discutible de secar la arcilla durante la cocción. CR 1 da particularidades. El sistema se parece al raku en algunos aspectos. Las piezas recién torneadas, todavía húmedas, se colocan en un horno al rojo. Como se enfrían debido a la rápida evaporación del agua, debe ser esta refrigeración la que influye en el resultado. Aunque sea descrita por un entusiasta, la técnica parece estar llena de excepciones, precauciones, etc. No obstante, puede ser un ejercicio divertido e inesperado.

COCCIÓN AL SERRÍN

Véase *Cochura al serrín*.

COCCIÓN DE ENDURECIDO

Cocción separada, generalmente hasta 800°C, que sirve para fijar los *colores de subbarniz* en el *biscuit*, evitando así que se confundan o se pierdan durante el barnizado. El proceso es muy corriente en la industria pero los ceramistas artesanos pueden evitarlo pintando sobre la arcilla cruda o añadiendo un poco de arcilla al pigmento si se quiere emplear sobre el biscuit, tal como hace Geoffrey Whiting. Si se emplean óxidos puros, algunos se

perderán a 1020°C. Puede añadirse un poco de *fundente*; para el cobalto va bien la piedra china. También puede añadirse *goma*, pero la aceptación del barniz será un poco más difícil.

COCCIÓN DIRECTA

Dodd emplea este término para referirse a la cocción abierta, es decir, sin el empleo de *saggars*.

COCCIÓN OXIDANTE

Tipo de cocción en la que existe una buena entrada de aire. Los *óxidos* permanecen inalterados y los *elementos*, como carbono, encontrarán suficiente oxígeno para oxidarse totalmente. En los hornos eléctricos cerrados, la materia orgánica consumirá oxígeno durante los primeros estadios de la cocción y se creará una atmósfera ligeramente *reductora*. En los hornos a combustible puede darse entrada a una buena cantidad de *aire secundario*.

La loza, a excepción de los *rojos de cobre*, los *lustres* y algunos *raku*, se cuece siempre en una atmósfera totalmente oxidante. (Véase también *Barnices para gres*.)

COCCIÓN REDUCTORA

Véase *Reducción*.

COCHURA, cocción

El tratamiento de los materiales cerámicos por medio del calor, como mínimo hasta el estado de la *sinterización*, es decir, hasta una temperatura al rojo de unos 600°C. Es un proceso indispensable en la cerámica. A la hora de montar un departamento cerámico o una escuela, lo primero que hay que tener en cuenta es el horno. Para cocer los objetos cerámicos no basta ni el calor del sol ni el calor de un horno de cocina. Los hornos de *cochura al serrín* no consiguen, por lo general, alcanzar esta temperatura mínima.

La cocción implica dos ciclos: el calentamiento y el enfriamiento. El siguiente cuadro muestra los principales cambios y alteraciones.

Durante la *cochura* tienen lugar cambios químicos y físicos bastante complejos; en primer lugar el sinterizado, luego una serie de fusiones en el material hasta que se llega al *eutéctico*. La arcilla se va expandiendo ligeramente hasta llegar a 800°C; a partir de este punto comienza a mermar, pues las partículas se acercan más entre sí y van ocupando sus posiciones para formar el cristal. Cuando se forma una cierta proporción de cristal, la masa cerámica comienza a fluir. Es el denominado punto de deformación del cuerpo cerámico. Las expansiones e *inversiones* normales y reversibles también dan lugar a cambios moleculares

que afectan el volumen. (Véase *Agrietamiento*, *Shock térmico*, etc.). Tanto la velocidad de calentamiento como la temperatura máxima alcanzada afectarán el resultado de la *cochura*.

Como puede verse, los cambios más significativos tienen lugar en los primeros estadios de la *cochura* del biscuit o en los últimos si se trata de un barniz. Deben tenerse en cuenta estos detalles al programar una cocción. Tanto la ciencia como la lógica aconsejan efectuar los calentamientos y enfriamientos a un ritmo lento; los límites de tolerancia, no obstante, son muy amplios. Los hornos japoneses de Tamba subían de 700 a 1300°C en dos horas y media y se enfriaban casi a la misma velocidad. En una *cochura* a la hoguera, las piezas al biscuit se cuecen casi instantáneamente y el *raku* nos permite comprobar los esfuerzos a que puede verse sometido un cuerpo cerámico sin incurrir en graves peligros. ¡La *china de huesos* ha sido cocida hasta una temperatura de 1250°C en siete minutos!

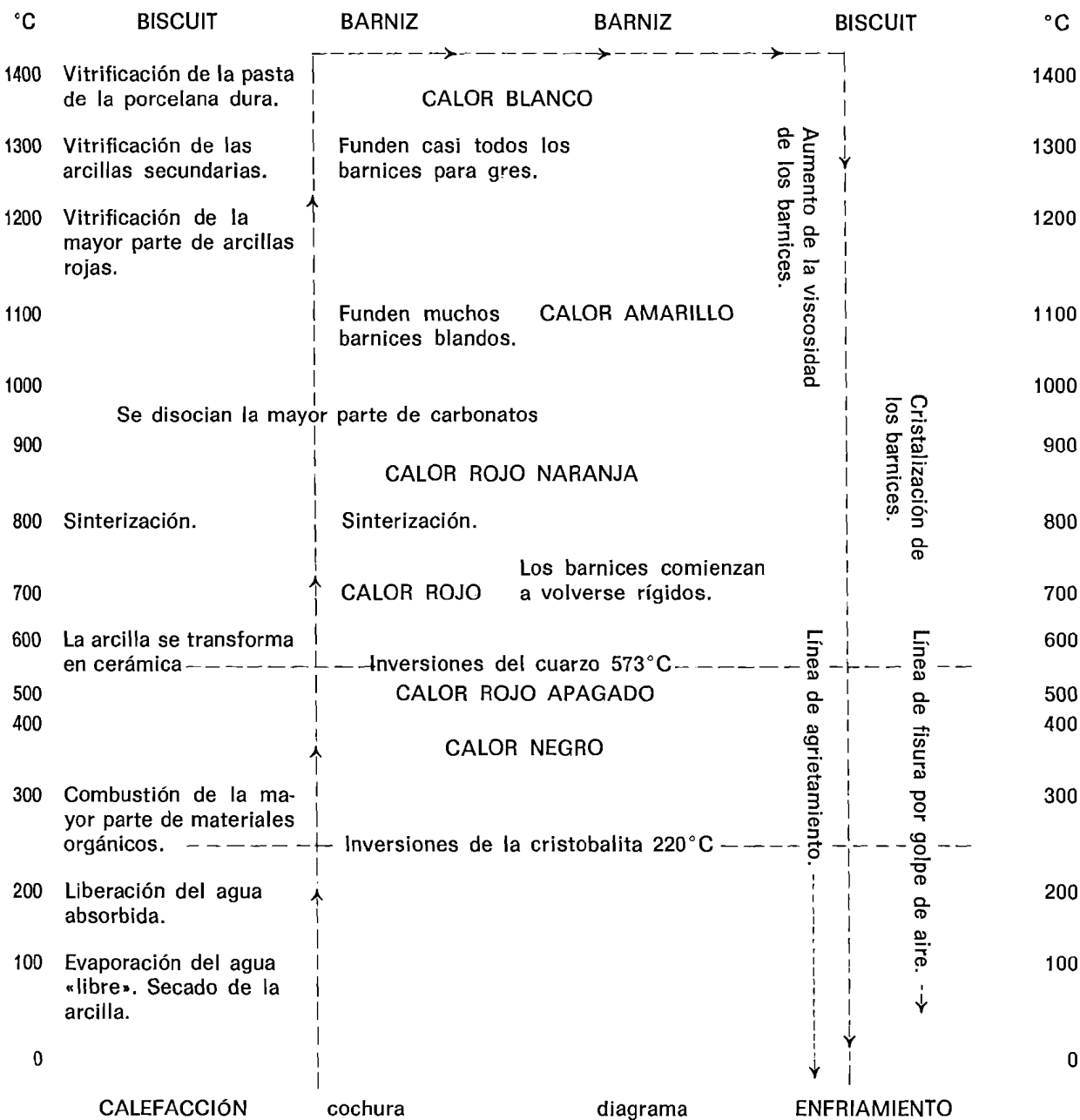
En los hornos de ensayo, los barnices se cuecen con suma rapidez. Lo único que puede afirmarse con seguridad es que la calidad de un barniz varía considerablemente con el ritmo de la cocción, pero sólo la experiencia puede mostrar las velocidades más adecuadas para conseguir los resultados deseados.

COCHURA A LA HOGUERA

Método primitivo que consiste en colocar las formas en la maleza, recubrirlas con ramas y hierba, encendiendo posteriormente todo el conjunto. Este método puede ser aún un buen ejercicio educativo y puede dar vasijas de alto valor decorativo.

A no ser en las zonas tropicales, el mayor peligro de esta técnica está en el riesgo de *fisuras debidas a golpes de aire* que tienen lugar cuando el enfriamiento de las formas es repentino e irregular. Las vasijas deben ser resistentes al *shock térmico*. Esto puede conseguirse mediante la adición de *grog* (preferible a la arena), aunque este material hace más difícil el bruñido. Las formas bien redondeadas, de paredes delgadas pero con bordes robustos, tienen más tendencia a sobrevivir. Asegure todas las juntas y procure, mientras está fabricando las formas, que la humedad de la masa se mantenga uniforme. Como técnicas favorables se recomienda el trabajo con *rollos*, el *torneado* y la *presión dactilar*. No se recomienda efectuar las piezas a base de placas. Los objetos pueden cocerse previamente a una temperatura baja de biscuit y luego aprovechar la *cochura* a la hoguera para su tratamiento decorativo posterior.

Si se desea efectuar la cocción de la arcilla cruda, los objetos deben ser calentados previamente para expulsar el agua *adsorbida*. El ceramista afri-



cano invierte sus vasijas grandes sobre un montón pequeño de brasas. Los objetos, en la hoguera, se hallan protegidos por trozos de cerámica rota que seguramente ayudan a conservar algo el calor.

Método. Construir la hoguera en un terreno seco o sobre una base de ladrillos. Caliente previamente los objetos en un horno o sobre un fuego pequeño, mejor sobre una parrilla, y colóquelos inmediatamente dentro de un montón de ramas y hierba seca. Rodee y cubra bien los objetos con paja o hierba seca. Encienda la hoguera simultáneamente desde varios puntos. El fuego puede ser conservado durante algún tiempo con combustible fresco. Siempre que sea posible, proteja la hoguera contra el viento. Cuando el fuego se vaya apagando, cubra con hojas y tierra para evitar al máximo el riesgo de fisuras debidas a la corriente de aire. El empleo de una cavidad y de parrillas (de metal o de cerámica cocida) hace aumentar el calor y ayuda a la combustión original.

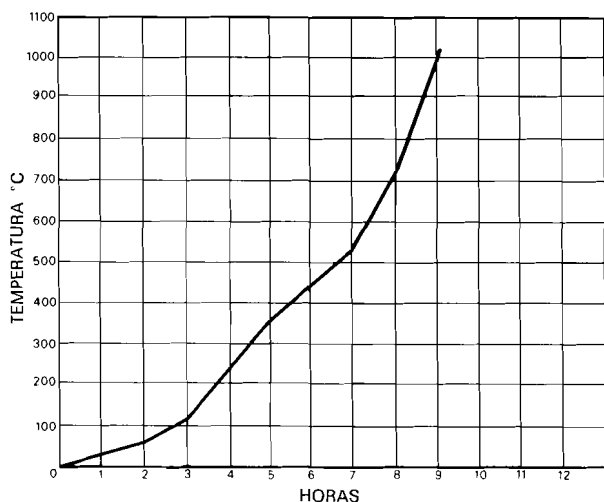
Los experimentos llevados a cabo en la universidad de Southampton demuestran que es preciso

trabajar en un día caluroso y sin viento para obtener buenos resultados. Los mejores objetos se obtuvieron en un orificio excavado en un montón de paja de establo; los objetos se cubrieron con hojas secas y la combustión se inició desde la parte superior como ocurre en la *cochura al serrín*. Se alcanzó una temperatura de 780°C.

COCHURA AL BISCUIT

La cocción de arcilla para dar cerámica a una temperatura mínima de 500-600°C constituye generalmente un paso preliminar a una segunda cochura. En la cocción hay una serie de alteraciones:

- | | |
|--------------|---|
| Hasta 100°C | El agua «mezclada» o de plasticidad se desprende como vapor. |
| 100-200°C | El agua adsorbida se desprende y comienzan a quemarse los materiales orgánicos. |
| 573°C | <i>Inversión del cuarzo.</i> |
| 500-600°C | Se pierde el <i>agua de combinación química</i> y se forma un nuevo material (cerámico). |
| 600°C y sup. | Continúa quemando el azufre, carbono, etc. Existe una cierta expansión en volumen hasta 800 a 850°C. Comienza la <i>vitrificación</i> (diferentes temperaturas según la arcilla), las partículas se empaquetan de una forma más unida y comienza el encogimiento. |

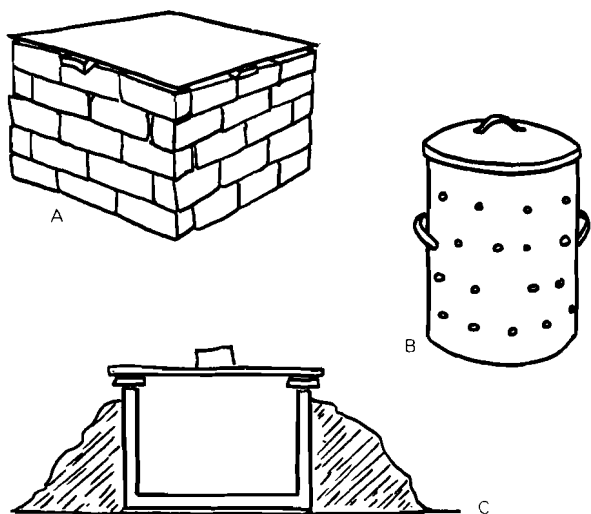


Gráfica de una cochura al biscuit. Muestra el secado de tres horas (incluyendo el «agua humeante»), la ligera reducción de la velocidad de calentamiento entre 400 y 600°C (un detalle que no es imprescindible) y la subida rápida hasta 1020°C. Un biscuit al gres puede darse por acabado a 960°C, pero los biscuits que deben recibir posteriormente barnices a la loza deben cocerse hasta temperaturas de 1060-1090°C, siempre que no exista el peligro de vitrificaciones.

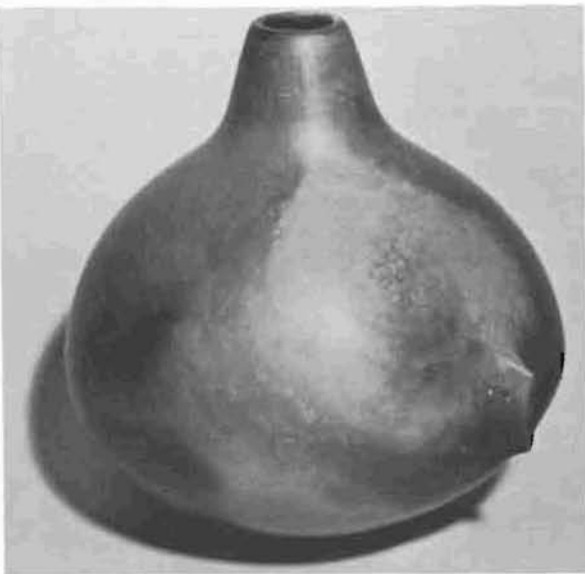
El mayor riesgo de rotura o explosión tiene lugar de 90-150°C. Las piezas de paredes gruesas corren más riesgo que las de paredes delgadas. A partir de los 200°C es posible acelerar el proceso de cochura, pues la conversión de arcilla en cerámica es casi instantánea (Peter Smith). Podemos citar los veinte minutos de los hornos a madera africanos y la industria ha experimentado con períodos aún más cortos. Mis propios biscuits, cocidos en cuatro horas (después de su secado completo), tienen una buena calidad a 980°C. No obstante, las arcillas y los hornos son tan variables que es imposible establecer criterios dogmáticos al respecto. La gráfica muestra una cochura al biscuit normal y conservadora.

COCHURA AL SERRÍN

La cocción de piezas cerámicas en serrín de combustión lenta puede ser divertido, pero como ejercicio educativo es bastante equívoco. El calor generado no acostumbra a ser suficiente para transformar la arcilla en cerámica y las piezas se desintegrarán en el agua. Una cocción al biscuit inicial puede remediar este problema, dejando la cochura al serrín como operación meramente decorativa que permite obtener suaves graduaciones de color como resultado de la *reducción* y *carbonización*. Con un poco de práctica y cuidado puede llegarse a ejercer un cierto control. En nuestro clima templado, el sol no es lo suficientemente fuerte como



Tres tipos de cochuras al serrín. (A) Simple caja de ladrillos con tapa de lámina metálica elevada ligeramente por ladrillos. Quema eficazmente y puede controlarse el tiro pero las piezas pueden sufrir fisuras por golpes de aire. (B) Cilindro para las basuras perforado para permitir la entrada del aire de combustión. Este tipo puede también usarse para efectuar cocciones a la hoguera un poco más controladas. (C) Sagger o caja de ladrillos aislada por medio de suelo. La tapadera está elevada como en (A).



Pieza a base de rollos y pellizcos, bruñida y cocida al serrín; por Sheila Fournier.

para evitar las *fisuras por golpe de aire* que pueden tener lugar durante la cocción. Los *cuerpos abiertos* van mejor pero también dificultan el *bruñido*. Las formas redondas con bordes gruesos tienen bastantes posibilidades de sobrevivir. No se recomienda la inclusión de arena u otros tipos de sílice pues la cocción siempre está girando en torno al punto de *inversión*.

Método. Se construye una caja de ladrillos, generalmente en forma de cubo de 18 pulg (450 mm) de lado. Entre los ladrillos pueden dejarse orificios de ventilación, pero esto aumentará el riesgo de las fisuras por golpe de aire. En algunos diseños se incluye tierra en torno a la caja como aislante, o bien se usa un recipiente tipo basura y se practican diversos orificios. El metal galvanizado puede desprender humos venenosos al ser calentado; es mejor evitarlo. Sea cual sea el tipo empleado, conviene disponer de una pared tipo pantalla o un abrigo contra el viento. También debe disponerse de una cubierta resistente al fuego y fácil de levantar; normalmente se coloca sobre tres o cuatro trozos de ladrillo para permitir que entre el aire. La caja se llena con capas alternadas de serrín seco y piezas cerámicas hasta que está totalmente lleno, acabando con unas 3-5 pulg (80 a 130 mm) de serrín. Se enciende desde la parte superior y la combustión se dirige hacia el fondo; unas gotas de parafina o queroseno ayudarán a encender mejor el serrín. Con el serrín no conviene efectuar la carga superior, pues si este material toma demasiado aire puede existir peligro de

explosiones. A medida que la combustión va dirigiéndose hacia la base, las piezas ya expuestas van colocándose sobre las que están debajo. Conviene colocar las más resistentes en el fondo. Como hemos dicho anteriormente, los mejores resultados se obtienen siempre en días calurosos y sin viento.

COCHURA CON CUERDAS DE PAJA

Decoración de vasijas según un estilo japonés. Cuerda de paja se empapa en agua salada y se enrolla alrededor de la pieza; se cuece el conjunto dando lugar a líneas semibarnizadas.

COCHURA RÁPIDA

Cocción que termina antes de alcanzar la temperatura de maduración de un cuerpo cerámico. Barniz blando.

COEFICIENTES DE EXPANSIÓN

Los materiales se expanden con el calor a una velocidad constante y progresiva. Existe una contracción similar durante el enfriamiento. La velocidad depende del material y el grado de expansión se expresa mediante un coeficiente que indica la expansión por unidad de longitud y por grado centígrado, al igual que la contracción durante el enfriamiento. Al ceramista interesa básicamente el coeficiente de contracción porque interviene en el acople de los barnices. Es muy importante tener en cuenta estos datos cuando se deben preparar cuerpos para piezas que van al horno o para vajillas resistentes al calor.

No siempre coinciden los valores de los coeficientes de expansión térmica de varios óxidos y compuestos. Como la expansión es un proceso continuo, generalmente se dan los datos para un intervalo fijo de temperaturas, por ejemplo, 100 a 1000°C. Este intervalo va bien para los barnices, pues todos ellos endurecen al enfriarse a 800-500°C. Como hemos dicho anteriormente, sería preciso efectuar un número mayor de investigaciones para determinar los valores correctos de los coeficientes de expansión. Las tablas más usuales son las de English y Turner y las de Winkelmann y Scott. No existe coincidencia en los valores para la alúmina, la sílice y el ácido bórico. Se puede extraer un valor medio, pero aun así conviene considerar estos valores como dato cualitativo y nunca literal. La progresión de un valor alto a otro bajo ha sido comprobada y es digna de crédito.

Como puede verse, los elementos que forman un *cuerpo cerámico* acostumbra tener coeficientes más bajos que las *bases* de un barniz. Esto explica una de las causas del agrietamiento, pues el barniz se contrae más que la arcilla. La expansión negativa (expansión al enfriarse) del ácido bórico