

Capítulo 1 – What makes a dry glaze dry?

Bastantes cosas pueden hacer un vidriado mate o seco, aunque hay cuatro fenómenos generales en los vidriados que provocan variadas superficies, desde las fluidas y opacas a las secas en extremo. Antes de discutir las diferentes estructuras físicas de los vidriados secos, nos ayudará tener una representación clara del vidriado fluido *ideal* y de cómo se forma. Por ejemplo, el popular Binn's Clear es un vidriado con una composición equilibrada que cocido al cono 10 queda transparente. Durante la cocción, un vidriado de alta como este atraviesa una serie de fases según se va elevando la temperatura. Las pequeñas partículas de harina de sílice, feldespato potásico, caliza, caolín y cinc primero sinterizan, o comienzan a amalgamarse, formando una masa cohesionada todavía sin fundir.

El proceso de sinterización ocurre durante la cocción de todas las pastas cerámicas y vidriados, y se ve afectado por el tamaño de partícula así como por los fundentes. El proceso de fusión comienza según el calor va rompiendo los enlaces entre las moléculas de cada partícula del vidriado, y los óxidos fundentes comienzan a reaccionar con los compuestos de alúmina y sílice. La interacción entre los materiales es bastante compleja según van fundiéndose, formando eutécticos que promueven una fusión más rápida; un eutéctico describe un fenómeno en el cual la interacción de dos o más materiales provoca un punto de fusión más bajo que el que tendría cualquiera de los componentes de la mezcla por separado.

Los gases provocados por la descomposición química de las materias primas forman burbujas que sirven para remover la mezcla, al igual que el movimiento originado por convección del vidriado cada vez más líquido. Este proceso continúa hasta que todos los materiales son totalmente disueltos en la matriz vítrea líquida. Cuanto más fino es el tamaño de partícula, más rápido y completo es el proceso descrito. Los gases liberados durante la descomposición química y la interacción entre los materiales, así como el aire atrapado entre el cuerpo cerámico y el vidriado crudo durante la aplicación de este, provocan muchas burbujas de diferentes tamaños. Algunos vidriados liberan tal cantidad de gases que es como si pasaran por una fase de ebullición durante la fusión, con burbujas que se forman en el interior y estallan en la superficie. Normalmente, el vidriado tiene tiempo para desprenderse de todo el gas para llegar a un estado de fusión completa del todo transparente cuando se alcanza la máxima temperatura de cocción antes de que el horno se apague y comience a enfriarse. El vidrio líquido es entonces transparente y brillante.

La estructura cristalina original de los materiales que componen el vidriado –sílice, feldespato, caliza, etc...- se ha roto por la acción del calor, y la masa líquida de compuestos moleculares resultante se supone que es amorfa y con distribución aleatoria. Los líquidos difieren de los sólidos en que no tienen estructura cristalina y por ello son transparentes. La mayoría de los materiales que se funden con el calor recrystalizan cuando se enfrían, y se vuelven opacos. La sílice, base de la mayoría de los vidriados, tiene una particular tendencia a permanecer amorfa tras el enfriamiento, sobre todo si la velocidad de enfriamiento es rápida. Además, los líquidos de alta viscosidad, tales como los vidriados fundidos, tienen a enfriarse suficientemente deprisa para que no ocurra la recrystalización. Así que en el típico vidriado transparente, el resultado del enfriamiento es como si todas las partículas del líquido se quedasen *congeladas* en las posiciones aleatorias que tenían como líquido, conservando las propiedades características de transparencia y brillo del fluido.

Los vidriados mates y secos se dan cuando el proceso de formación del vidrio se altera en ciertas variables, que van desde la composición hasta la temperatura de cocción y el ciclo de enfriamiento. Para analizar los tipos principales de vidriados secos, comenzaremos con aquellos que más se parecen al vidriado transparente clásico e iremos alejándonos hacia los tipos más opuestos de la gama.

Mates cristalinos: vidriados desvitrificados

Durante el proceso de enfriamiento, algunos compuestos podrían desligarse del resto de la mezcla líquida y desarrollar por sí mismos una estructura cristalina. Esto se conoce como *desvitrificación* y puede darse desde la forma más sutil hasta la más pronunciada. Algunos óxidos metálicos tienen una mayor tendencia a la desvitrificación a un estado cristalino. Cuando se añaden en cantidad suficiente, los óxidos fundentes de calcio, magnesio, bario, estroncio y cinc facilitarán el desarrollo de pequeños cristales en la matriz vítrea, resultando en un vidriado opaco con una textura superficial variable en un rango que recuerda desde una suave cáscara de huevo hasta un seco y áspero canto rodado. La textura superficial depende del tamaño de partícula y del tipo de estructura cristalina generada por los óxidos fundentes, y de sus cantidades relativas. Cada óxido también tiene una influencia particular en el color desarrollado en el vidriado, desde los colores pastel apagados de los vidriados ricos en magnesio a los más vivos e intensos de los que son más ricos en bario. En este tipo de vidriados mate puede haber una acusada fluidez, hasta el punto de deslizarse hasta el soporte desde las paredes, ya que se funde completamente antes del crecimiento de los cristales que provocan las superficies mate.

Otros óxidos metálicos utilizados principalmente como colorantes u opacificantes también pueden provocar la formación de cristales, tanto en la superficie como en el interior del vidriado, durante el enfriamiento. El titanio, por ejemplo, añadido como dióxido de titanio o como rutilo, también provocará con frecuencia la aparición de cristales pequeños pero visibles flotando sobre la superficie del vidriado. Cuando el vidriado se enfría, la superficie cristalina puede aparecer bastante seca y lisa o, a veces, con cierta textura debido al solapamiento de los cristales. En algunos casos los cristales no cubren la superficie entera, sino que crean regiones borrosas entre otras brillantes. Estos vidriados suelen denominarse *microcristalinos*, en referencia al visible crecimiento cristalino. El enfriamiento lento tiende a facilitar el crecimiento cristalino en todos los casos pero, en particular, cuando se forman los cristales mayores.

No es difícil apreciar las diferencias entre los resultados de un horno de enfriamiento lento, como los de ladrillos, y otro de enfriamiento rápido, como los aislados con fibra. Los vidriados macrocristalinos son una variante de los vidriados en los que aparecen cristales pero con una proporción de alúmina bastante baja, para provocar una mayor fluidez en la fusión, y también con mayor control de los tiempos en el horno, para favorecer el crecimiento cristalino...El cinc favorece el crecimiento de cristales aislados, que crecen en la superficie como agujas, aunque un exceso de este impide la completa fusión de la mezcla, produciendo un vidriado opaco con materia que no ha llegado a la fusión.

Vidriados parcialmente fundidos: vidriados infracocidos y vidriados altos en alúmina o sílice

Si la fórmula de un vidriado tiene una proporción muy alta de sílice o alúmina (relativa a su temperatura de cocción), podría no producirse una fusión completa. Aunque el proceso de cocción se desarrolle adecuadamente, el balance químico del vidriado es tal que no todos los materiales se pueden disolver en la mezcla líquida; los componentes parcialmente disueltos mantienen su estructura cristalina y ello provoca opacidad en el vidriado.

Dependiendo de lo que nos alejemos del equilibrio, la superficie resultante puede tener un aspecto completamente liso pero blanca y mate, o bastante opaca, seca y con cierta textura.

El óxido de aluminio es un componente importante en los vidriados, dando a estos la rigidez necesaria para que el vidriado fundido se mantenga en paredes verticales de cacharros o esculturas. La presencia de alúmina es citada con frecuencia como la diferencia principal entre los vidriados cerámicos y el vidrio industrial o artístico, que no contiene apenas alúmina. Normalmente, la cantidad de alúmina en un vidriado transparente es pequeña. Una proporción molecular de 1:10 respecto a la sílice es muy habitual en los vidriados de alta temperatura, y puede ser bastante inferior en los de baja. La alúmina tiene un punto de fusión bastante alto, 2050°C, y es necesaria la contribución de los óxidos fundentes para lograr su disolución en la matriz vítrea de sílice. Según la proporción de alúmina se va incrementando en una fórmula de vidriado, el balance entre sílice, alúmina y fundentes va cambiando y el vidriado resultante se modifica aumentando su rigidez, opacidad y textura seca, hasta que llega un momento que parece no fundir en absoluto a la temperatura en cuestión. Como observó Herman Seger, *poca alúmina provoca elevada movilidad, demasiada alúmina provoca una fusión demasiado viscosa y un resultado mate, apagado e inmaduro cuando se enfría*. Los vidriados muy altos en alúmina tienen más carácter de engobes que de vidriados. El caolín, que es la arcilla más pura y suele ser la fuente de alúmina de los vidriados, tiene una proporción sílice : alúmina de 2: 1 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

La sílice también tiene un punto de fusión elevado, 1600°C, y como es el principal formador de vidrio, es necesario añadirle una cantidad de fundente suficiente para lograr la fusión en el rango de temperaturas de la cerámica. Si la cantidad de sílice en el vidriado es excesiva (en relación con los óxidos fundentes) el vidriado podría no alcanzar una fusión completa, resultando una superficie que va desde escarchada opaca hasta pétreo. La sílice puede utilizarse en tamaños de partícula de 325 mallas, 200 o 100. El tamaño de malla se refiere al número de agujeros por pulgada cuadrada. Cuanto mayor sea la harina de cuarzo utilizada, como la de 100 mallas, más lento será el proceso de fusión, lo que provocará una fusión parcial y vidriados mate.

La cantidad de sílice y alúmina en un vidriado *normal* está directamente relacionada con la temperatura de cocción. A mayor temperatura, menor proporción de fundentes es necesaria y mayor cantidad de alúmina para controlar la fluidez del vidriado. Si un vidriado dado está infracocido, su balance de sílice-alúmina ya no se considerará adecuada en proporción a los óxidos fundentes y el resultado será opaco y seco. Por esta razón, un vidriado que es fluido cuando se cuece a su temperatura podría considerarse como un caso de mate alto en alúmina o en sílice cuando se cuece intencionadamente por debajo de su temperatura.

Bajo algunas condiciones, cantidades excesivas de otras materias primas del vidriado, como feldespato, ceniza de huesos o talco, tampoco se disuelven completamente en el vidriado y el vidriado resulta opaco y mate.

C. W. Parmelee menciona un caso relacionado que puede ocurrir durante la fusión, a la que se refiere como *falsa inmiscibilidad*, donde la parte más fusible y fluida del vidriado se separa del resto y es absorbida por los poros del cuerpo cerámico o *forma un magma vítreo que rodea las partes parcialmente fundidas del vidriado*. Esto es causado en parte por la mezcla desigual de las materias primas, y la absorción por el cuerpo cerámico ocurrirá con más probabilidad en un material poroso y refractario bizcochado, tal como el que se utiliza para el raku.

En su libro *Revealing Glazes*, Ian Currie expone su fantástica aproximación al entendimiento y ensayos sobre vidriados basado en lo que el llama “sistema de cuadrícula para receta estándar”. Currie utiliza un marco de cuadrícula rectangular para organizar una serie de pruebas en las que ilustra el comportamiento de los principales constituyentes de los vidriados según va cambiando la composición de la mezcla. Mientras que los sistemas de ensayos de estructura triaxial o cuatriaxial son comunes y se han utilizado mucho, Currie utiliza una simplificación del método y, lo más importante, establece útiles relaciones entre las materias primas para *las recetas de las esquinas* que son los puntos de partida a partir de los cuales se compone toda la serie de ensayos. Encuentro este sistema muy útil para identificar el potencial de los vidriados tratados en este libro y para ver las relaciones entre sílice, alúmina y fundentes que generan estas superficies.

Mates sinterizados: vidriados significativamente infracocidos

Los mates sinterizados pueden considerarse como el límite más bajo de temperaturas dentro del espectro de los mates con exceso de sílice o alúmina. La distinción física entre ellos se basa en que no llega a producirse la fusión. Estos vidriados se hornean solo a la temperatura suficiente para que se produzca la sinterización de los componentes para conseguir una cubierta dura, pero sin fusión, resultando un tipo de vidriado mate con una superficie muy seca, que recuerda más a la arcilla cocida que al vidriado. Son estas superficies a las que el ceramista de Oregón Jim Robinson se refiere con humor como *vidriados ridículos*, por estar tan lejos de los cánones habituales del vidriado.

Durante la cocción, el proceso de sinterización provoca una interacción suficiente entre las distintas materias primas como para componer una cubierta dura que se adhiere al cuerpo cerámico y desarrolla una gama de colores cuando se añaden óxidos colorantes. Como la fusión es tan leve, los colores resultantes son pasteles apagados. Los mates sinterizados pueden tener cualquier composición del grupo fundente, y cada una tendrá su propia influencia sobre el color. Por ejemplo, una fórmula podría contener fundentes de carácter granular, como el bórax o el carbonato de litio, que provocarían la fusión a menor temperatura, causando un punteado de áreas fundidas sobre la superficie del vidriado.

La aplicación por encima de óxidos metálicos como el cobre, u otros vidriados, puede modificar las superficies mate a una fusión más acentuada y colores más oscuros y saturados.

Las superficies de los vidriados mates sinterizados no son muy resistentes, sobre todo a baja temperatura, por lo que pueden desconcharse. En casi todos los casos no son vidriados adecuados para uso utilitario y deben reservarse para aplicaciones artísticas.

Saturación por fundentes, mates bajos en sílice y costras de óxido

La sílice se considera, en general, como fundamental para la formación del vidrio, aunque el plomo y el boro, dos óxidos que se utilizan como fundentes, forman un pseudo vidrio sin necesidad de ella. Si en la formulación de un óxido aparecen grandes cantidades de óxidos fundentes como litio, sodio o potasio, u óxidos colorantes como cobre, cobalto, hierro o manganeso, y poco o nada de sílice, la mezcla podría fundir a una costra con poco carácter vítreo. En relación a un vidriado ideal, tal mezcla está hambrienta de sílice, y la fusión, más que un vidriado, produce una costra de óxidos mezclados. Además, en algunos casos el punto de fusión del fundente del vidriado es muy alto por sí solo y requiere de la formación de eutécticos con la sílice para lograr una fusión completa. Con cantidades inadecuadas de sílice la fusión no es completa. Estos vidriados saturados de fundentes son casos extremos dentro de la formulación de los

vidriados y vuelven del revés las proporciones normales entre sílice/alúmina y fundentes. Los óxidos fundentes afectan mucho la coloración del vidriado, y en altas concentraciones pueden provocar efectos bastante sorprendentes. Las superficies cocidas se mueven en rangos desde los colores suaves de las arcillas cocidas hasta apariencias de costra metalizada.

Estas cuatro categorías son una manera de entender las diferencias físicas entre los variados vidriados de superficies secas, y todas ellas hacen referencia al vidriado bien fundido como punto de partida. Inevitablemente, la necesidad de generalizar para crear grupos con características comunes lleva a simplificar la enorme complejidad de la química subyacente. También es cierto que algunos vidriados pueden describirse en más de una categoría. De hecho, muchos de los vidriados descritos en este libro se podrían haber adscrito en diferentes categorías pero, por cuestiones de orden, se han incluido solo en una...

La apariencia final de un vidriado depende en gran medida de los óxidos fundentes y colorantes utilizados, así como de la temperatura de cocción y de la atmósfera del horno. Por ello, este libro se ha organizado en capítulos según los óxidos fundentes predominantes en el vidriado...

Notas:

Es común considerar una composición de equilibrio aquella en la que se produciría una fusión completa de todos los componentes del vidriado, resultando de ello un vidriado transparente y brillante.

La receta del Binn's Clear es: caliza 26%; feldespatos 35%; arcilla de bola 13%; cuarzo 26% + 4% ZnO