



GUÍA DE
ESMALTES CERÁMICOS
RECETAS

Linda Bloomfield



GUÍA DE ESMALTES CERÁMICOS RECETAS

Linda Bloomfield

Título original: *The Handbook of Glaze Recipes*, publicado en 2014 por Bloomsbury Publishing PLC, Londres

Diseño de Susan McIntyre

Versión castellana de Conxita Payarol

Edición y coordinación a cargo de Àtona Víctor Igual, SL

Diseño de la cubierta: Toni Cabré/Editorial Gustavo Gili, SL

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

La Editorial no se pronuncia ni expresa ni implícitamente respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

© 2014 Linda Bloomfield

© de la edición castellana:

Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2015

La edición castellana se ha publicado bajo licencia de Bloomsbury Publishing PLC

© de la traducción: Conxita Payarol

Printed in China

ISBN: 978-84-252-2880-3

Editorial Gustavo Gili, SL

Via Laietana, 47 2º, 08003 Barcelona, España. Tel. (+34) 93 3228161

Valle de Bravo 21, 53050 Naucalpan, México. Tel. (+52) 5555606011

Sumario

Agradecimientos	7
Introducción	9
PARTE 1. ESMALTES. INTRODUCCIÓN	11
Materias primas para esmaltes: alúmina, sílice, feldespatos, fundentes, fritas y cenizas de madera	11
La ciencia de los esmaltes	13
La ciencia del color en los esmaltes	14
Óxidos colorantes	16
Preparación de los esmaltes: pesado y tamizado	18
Esmaltado: vertido, inmersión y pincel	20
Salud y seguridad	22
Pruebas de esmalte: pastillas de muestra y línea de mezclas	23
Ajuste de los esmaltes	24
Cocción: atmósfera oxidante y reductora	25
Corrección de defectos del esmalte: cuarteado, desconchado, agrietado, picaduras y ampollas	26
PARTE 2. RECETAS DE ESMALTES	29
1. Esmaltes de gres/porcelana de alta temperatura (cono 9-10)	30
Cono 9 esmaltes mates 1280 °C	30
Cono 9-10 esmaltes brillantes 1280 °C	33
Gres en atmósfera oxidante	40
Gres en atmósfera reductora	41
Esmaltes de gres en atmósfera reductora	42
Pruebas de esmaltes celadón cono 9, 1280 °C, por Mirka Golden-Hann	43
Pruebas de esmaltes de cobre turquesa/rojo cono 9, 1280 °C, por Mirka Golden-Hann	47
Esmaltes y engobes para la cocción de sal	54
2. Esmaltes de gres/porcelana de media temperatura (cono 6-8)	58
Cono 6-8 esmaltes mates de magnesio 1200-1260 °C	59
Esmaltes de gres en cocción oxidante	65
Esmaltes de gres en cocción reductora	68
Cono 6-8 esmaltes mates 1200-1260 °C	70
Esmaltes de gres en cocción oxidante	79
Esmaltes de gres en cocción reductora	82
Cono 6-8 esmaltes brillantes 1200-1260 °C	84
Esmaltes de gres en cocción oxidante	96
Esmaltes de gres en cocción reductora	98

3. Esmaltes de loza (cono 06-03)	100
Cono 04-03 esmaltes mates 1060-1100 °C	101
Cono 06-03 esmaltes brillantes 990-1100 °C	104
4. Raku: esmaltes de baja temperatura (cono 09)	111
5. Fórmulas de pastas cerámicas	122
Pastas egipcias 900-1040 °C	122
Fórmulas de pastas cerámicas (mayólica, porcelana de hueso, porcelana, gres)	125
Pasta cerámica para cocer en un horno de leña anagama (cono 10-14) 1300-1400 °C	128
Glosario	132
Apéndice 1. Lista de materiales cerámicos	134
Apéndice 2. Lista de conversión de materiales del Reino Unido y los USA	136
Apéndice 3. Temperatura de los conos pirométricos Orton	137
Apéndice 4. Proveedores	138
Bibliografía	141
Índice	142



Gwyn Hanssen Pigott, *Solo*, tazón de porcelana translúcida blanco amarillento, cocido en horno de leña. Fotografía de Brian Hand, 2008.

Agradecimientos

La base de este libro es mi cuaderno de notas, repleto de las fórmulas de los esmaltes que he ido probando desde que en 1998 adquirí mi primer horno. Muchos de ellos están tomados en realidad de otros libros u otros ceramistas a los que me gustaría agradecer que hayan compartido sus fórmulas conmigo. En particular, quiero dar las gracias a Mirka Golden-Hann, artista residente en el Centro de Arte de Salisbury, por la pasta egipcia, los celadones y las muestras de esmaltes rojos de cobre; a Gill Tennant-Eyles, por las pruebas de raku, y a Helen Brown, por las muestras de esmaltes de gres que me facilitó David Jones, de la Universidad de Wolverhampton.

Salvo en los casos indicados, todas las fotografías son de Henry Bloomfield.



Linda Bloomfield, juego de tazones de porcelana con pico vertedor de distinto tamaño, diámetro: 20 cm.



INTRODUCCIÓN

Los primeros esmaltes fueron descubiertos por los egipcios, quienes mezclaban arena y sales solubles de sodio para hacer abalorios y amuletos vidriados de color turquesa. Los ceramistas chinos descubrieron los esmaltes de gres de alta temperatura, al observar cómo las cenizas de madera durante la cocción se fundían formando un esmalte líquido. Estos esmaltes se componían de los minerales propios de las cenizas —sílice, calcio, sodio y potasio— que restaban una vez el carbón había ardido por completo.

Los esmaltes están compuestos por tres elementos esenciales: sílice, que forma el cristal; fundentes, que consiguen que la sílice se funda a una temperatura adecuada para hornos; y alúmina, un estabilizador o reforzante, que evita que el esmalte fundido fluya demasiado.

Hay distintas clases de fundentes que se usan según la temperatura. Son fundentes de baja temperatura el plomo, el sodio y las fritas de boro. Los fundentes de mayor temperatura incluyen el feldespato, que contiene sodio, potasio y a veces calcio, que fortalece y estabiliza el esmalte. Pueden añadirse otros fundentes como el magnesio (presente en el talco y en la dolomita) o el carbonato de bario para obtener superficies mates. La alúmina suele incorporarse a los esmaltes generalmente en forma de arcilla. Ayuda a endurecer el esmalte y lo hace más viscoso durante la fusión.

Mirka Golden-Hann, juego de colores interactivo, instalación de tazones de porcelana, Salisbury Arts Centre, 2012. Fotografía de la artista.



PARTE 1. ESMALTES. INTRODUCCIÓN

Materias primas para esmaltes: alúmina, sílice, feldespatos, fundentes, fritas y cenizas de madera

Los esmaltes suelen estar formados por feldespatos o fritas a los que se añade sílice y arcilla. Los feldespatos contienen sodio, potasio, calcio, alúmina y sílice, y proceden de rocas erosionadas como el granito. Aunque suele hablarse de feldespato potásico o feldespato sódico, lo cierto es que este contiene una mezcla de ambos. La sienita nefelina es un feldespato con un alto contenido en sodio, pero que puede producir esmaltes mates por ser muy rica en alúmina. Algunos feldespatos, como la petalita y el espodumeno, contienen litio, un fundente muy activo que evita el craquelado.

La sílice está disponible en forma de cuarzo en polvo o pedernal, con un tamaño de grano de malla 300. También está presente en otros materiales, como el feldespato, la arcilla, el talco y la wollastonita. La arcilla se puede añadir en forma de caolín, arcilla de bola, barro rojo o bentonita, útil para suspender las partículas en el agua y para endurecer el esmalte crudo.

Para aumentar el brillo de un esmalte se pueden añadir otros fundentes (óxido de cinc, frita de bórax), así como para hacerlo mate (creta, talco, dolomita, carbonato de bario). El calcio es un ingrediente importante de los esmaltes, pues es fundente, pero también fortalece y estabiliza. Se encuentra en la creta, la piedra caliza, la dolomita y la wollastonita. El magnesio, presente en el carbonato de magnesio, el talco y la dolomita, se utiliza para obtener esmaltes satinados. El calcio y el magnesio tienden a apagar el color de los esmaltes, y el carbonato de bario se utiliza para obtener turquesas intensos y azules mates. El bario, tóxico, puede sustituirse por el carbonato de estroncio, con efectos similares.

Las cenizas de madera y de hierbas se pueden utilizar en los esmaltes en tanto que contienen sílice y fundentes, además de otros minerales como el fósforo y el hierro. Es conveniente que las cenizas de madera se laven para eliminar los álcalis solubles y se pasen por un tamiz de malla 60 antes de usarse. Algunos ceramistas usan arcillas o rocas locales para hacer los esmaltes, en cuyo caso deben desmenuzarse y triturarse en un mortero o en un molino de bolas antes de usarse .

EN PÁGINA ANTERIOR, Linda Bloomfield esmaltando un gran cuenco.



Joanna Howells, *Caja almohada*. Esmalte *Chun* de porcelana, 14 cm de altura, 2013.
Fotografía de Anthony Cutler.

Las cenizas de hueso o fosfato de calcio se obtienen calcinando huesos de ganado, y dan un efecto de vetado y opalescencia a los esmaltes. Grandes cantidades de cenizas de hueso (más de 10%) pueden causar burbujas en el esmalte. Las cenizas de hueso son el principal componente de la porcelana fina.

Los materiales para esmaltes de baja temperatura incluyen fritas, hechas al fundir conjuntamente fundentes, sílice y alúmina, cuyo resultado se muele hasta reducirlo a polvo. Las fritas más comunes contienen bisilicato de plomo y frita de bórax (borato de sodio). Para completar el esmalte, se añade arcilla y en ocasiones también sílice.

El óxido de cinc se utiliza en esmaltes cristalinos, pero tiene un efecto adverso en algunos óxidos colorantes, como el óxido de cromo, que se torna marrón.

La ciencia de los esmaltes

Antiguamente, los esmaltes se confeccionaban mediante el método de prueba y error, mezclando varios materiales, cociéndolos y observando el resultado. Solo en el siglo pasado se alcanzó una mejor comprensión de la química y la estructura de los esmaltes.

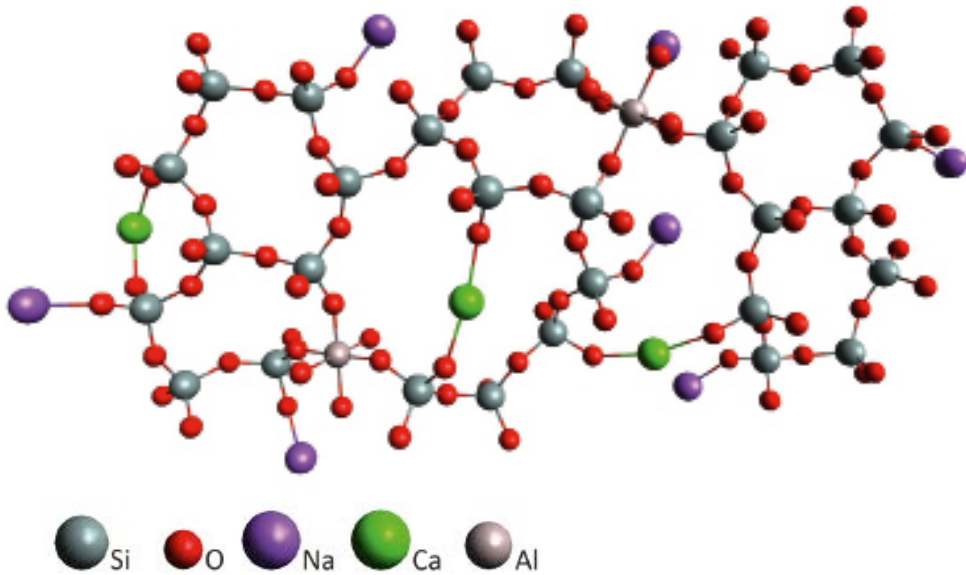
La mayoría de los materiales que componen los esmaltes son óxidos (los carbonatos se transforman en óxidos durante la cocción emitiendo dióxido de carbono). El componente más importante es el dióxido de silicio, formador del cristal, también conocido como sílice o SiO_2 . En cristales como el cuarzo, las moléculas de sílice tienen forma de tetraedros alineados. Cada tetraedro tiene un átomo de silicio en el centro rodeado por cuatro átomos de oxígeno, uno en cada ángulo. Cada átomo de oxígeno es compartido por dos átomos de silicio de los tetraedros adyacentes, de donde se obtiene la fórmula SiO_2 . Cuando un vidrio o esmalte se funde, las moléculas de sílice se desordenan, aunque todavía permanecen unidas entre sí por una red tridimensional de cadenas.

Tetraedro de dióxido de silicio.
La esfera gris es un átomo de silicio, las rojas son átomos de oxígeno. Cuando están unidos entre sí en un cristal de cuarzo, cada átomo de oxígeno lo comparten dos átomos de silicio, lo que refleja la fórmula SiO_2 .



El comportamiento de los materiales de un esmalte durante la fusión depende de su química y de si son ácidos o alcalinos. Los óxidos no metálicos, como la sílice, son ácidos y tienen la fórmula química general RO_2 (donde R es el elemento). La mayoría de los fundentes son metales alcalinos con la fórmula R_2O (sodio, potasio) o RO (calcio, magnesio). La alúmina es anfótera, ni ácida ni alcalina, y tiene la fórmula Al_2O_3 . El número de átomos de oxígeno unidos a cada átomo del elemento metálico afecta a la manera en que el óxido metálico reacciona con la cadena de sílice en el esmalte.

Para lograr la fusión de la sílice en el horno, hay que añadir un fundente muy reactivo, como el óxido de sodio (Na_2O). Cuando el sodio se calienta con la sílice, reacciona con el oxígeno, rompe la cadena de la sílice y hace que el esmalte funda. Sin embargo, sodio y sílice solamente crean silicato de sodio, que, al ser soluble en agua, no resulta apto como esmalte.



Estructura de un vidrio o un esmalte. Los tetraedros de sílice se unen en una red tridimensional. Los átomos de sodio (púrpura) rompen esta estructura, los átomos de calcio (verde) actúan como puente entre dos cadenas y los de aluminio (marrón) las entrecruzan.

Hay que añadir un tercer ingrediente, el óxido de calcio (CaO), para obtener un esmalte duradero. El calcio forma un puente entre dos átomos de oxígeno en la cadena de la sílice, lo cual fortalece el vidrio y lo hace resistente al ataque de los ácidos. Sin embargo, la mayoría de los vidrios derriten demasiado cuando funden para ser usados como esmaltes, por lo que se debe añadir algo de alúmina (Al_2O_3). Esta entrecruza las cadenas de la sílice y endurece el esmalte. Se añade en forma de arcilla en polvo, que también ayuda a suspender en el agua los componentes del esmalte.

LA CIENCIA DEL COLOR EN LOS ESMALTES

Muchos de los colores de los esmaltes se obtienen de los elementos metálicos de transición (véase págs. 16-17) que incluyen titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel y cobre. Estos metales tienen varios estados de oxidación, cada uno de los cuales produce óxidos de diferentes colores. Por ejemplo, el óxido ferroso (FeO) es negro, y el óxido ferrico (Fe_2O_3), rojizo. Los colores cambian cuando se cuecen y los óxidos interactúan con la sílice y los fundentes del esmalte. El color también depende de si el esmalte se cuece en un entorno oxidante o reductor.

Los átomos de los metales de transición absorben longitudes de onda de luz particulares. El color que vemos es la luz que permanece, la que no ha absorbido el átomo metálico. Todos los átomos tienen electrones girando en los orbitales alrededor del núcleo. Cada orbital solo puede contener un número específico de electrones y los orbitales de energía más baja se encuentran más cerca de los núcleos. En los metales

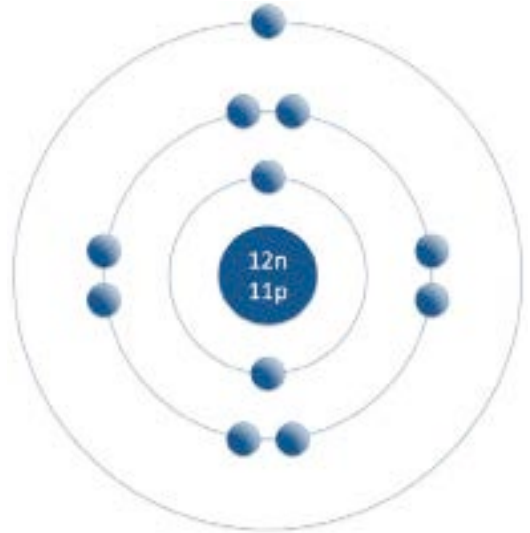


Imagen de un átomo de sodio (Na). Cuenta con 12 neutrones, 11 protones y 11 electrones girando en tres orbitales alrededor del núcleo. Solo el electrón en el orbital exterior participa en la unión química con otros átomos como el oxígeno.

de transición, los electrones pueden saltar a un orbital de mayor energía absorbiendo la energía de la luz. La longitud de onda de la luz absorbida corresponde a la energía necesaria para saltar de un orbital de baja energía a otro de energía mayor.

Cuando los átomos metálicos se unen a los de oxígeno, los orbitales de electrones cambian su forma, esférica a híbrida, y la molécula comienza a parecerse más a una mora. El campo eléctrico alrededor del átomo metálico se distorsiona y esto altera el color de la luz absorbida. El color puede variar, dependiendo del número de átomos de oxígeno y de la forma de la nube de electrones que giran alrededor del átomo metálico. Los átomos de metal pueden estar en coordinación tetraédrica cuádruple o en coordinación octaédrica séxtuple en un esmalte.

En los esmaltes, los óxidos colorantes pueden unirse con el oxígeno en las cadenas de sílice y también verse afectados por los átomos circundantes, como los de sodio y aluminio. Por ejemplo, el color del óxido de cobre en un esmalte rico en sodio es turquesa. Sin embargo, en un esmalte al que hemos añadido alúmina, el óxido de cobre puede dar un color verde. Otra muestra la tenemos en los esmaltes de color rosa, concretamente, rosa hojalata. El óxido de cromo suele ser verde, pero cuando se combina con el estaño en una fórmula de esmalte, el color cambia a rosa. Solo será de color rosa si el esmalte contiene mucho calcio y no tiene cinc o magnesio. Las uniones de cromo con estaño, calcio y sílice en el esmalte darán un color rosa.

Cuando se disuelven los óxidos metálicos de transición en el esmalte fundido, el color resultante es transparente. Pero la mayoría de colorantes comerciales están preparados para no cambiar de color al fundirse. Son altamente refractarios y sus partículas son tan pequeñas que permanecen en suspensión en el esmalte, creando un efecto opaco.