

COMPOSICIÓN Y CÁLCULO DE VIDRIADOS



Ricardo Sánchez de Pedro Crespo

Introducción.

Composición de vidriados.

Tablas de 2, 3 o 4 entradas.

Diagrama triaxial.

Cálculo cerámico. Óxidos que intervienen en la composición de los vidriados.

Tabla de pesos moleculares

Óxidos RO/R₂O, R₂O₃, RO₂

La sílice (SiO₂)

La alúmina (Al₂O₃)

El óxido de sodio (Na₂O)

El óxido de potasio (K₂O)

El óxido de plomo (PbO)

El óxido de calcio (CaO)

El óxido de bario (BaO)

El óxido de magnesio (MgO)

El óxido de zinc (ZnO)

El óxido de antimonio (Sb₂O₃)

El óxido de litio (Li₂O)

El óxido bórico (B₂O₃)

Los óxidos de estaño (SnO₂), zirconio (ZrO₂) y titanio (TiO₂)

Cálculo de vidriados. Fórmulas límite.

Casos especiales: Talco. Colemanita. Ceniza de huesos...

Cálculo inverso.

Conclusión.

Introducción.

La cerámica puede ser tan simple o tan complicada como queramos hacerla. Con muy pocos medios técnicos y con procesos sencillos se pueden conseguir buenas piezas, de la misma manera que con medios técnicos y procesos más complejos. Lo importante es que el resultado sea lo más fiel posible a la idea que tenemos de la pieza acabada.

A todos nos ha pasado que, una vez bizcochada una pieza, no teníamos claro cómo acabarla. Así que hemos buscado recetas de vidriados en libros y revistas, o las hemos pedido a nuestros amigos. Al final nos hemos decidido por una receta que **parece** que puede quedar bien. Pesamos, mezclamos y aplicamos el vidriado y cocemos la pieza pero, al abrir el horno... aquello no se parece mucho a lo que esperábamos conseguir.

¿Por qué sucede esto? La mayor parte de las veces, las recetas que copiamos de libros o revistas o que nos pasan otros compañeros (que probablemente las han copiado de algún libro), suelen ser recetas de ceramistas extranjeros que trabajan con materiales distintos a los nuestros, con hornos distintos y con métodos de trabajo distintos. Después cuando describen las características de un vidriado lo hacen de un modo subjetivo (por ejemplo, lo que para unos es un vidriado mate, para otros puede ser satinado, o llaman rojo a lo que más parece un castaño rojizo...)

Para evitar estos disgustos, es imprescindible que tengamos a mano un determinado número de vidriados y engobes y pastas bien probados y, lógicamente, que sean de nuestro agrado; debemos conocer las peculiaridades de nuestro horno y establecernos cómodamente en un determinado procedimiento de trabajo.

El objetivo de este cursillo monográfico sobre composición y cálculo de vidriados consiste principalmente, en adquirir una rutina que nos facilite la obtención de los vidriados que necesitemos en cada momento sin depender de libros, revistas y amiguetes (no quiero decir que haya que prescindir de ellos, ni mucho menos: son una fuente inagotable de ideas). Así mismo estos métodos son apropiados para conseguir mezclas trabajables de engobes y pastas.

Composición de vidriados.

Un vidriado es una cubierta vítrea compuesta, básicamente de **sílice, arcilla y fundentes** y calculada para adaptarse a la superficie de una pieza cerámica y fundir a una determinada temperatura.

En general, en la composición de los vidriados, la sílice o cuarzo ocupa el mayor porcentaje del peso de la receta. Esto es así porque es la responsable de la formación del vidrio, siendo los otros componentes de la receta los que ayudan a modificar la temperatura de fusión y añaden determinadas características al vidriado fundido (matidez, color, densidad, fluidez, textura...).

Existen diferentes maneras de conseguir vidriados y esmaltes propios, personales, pero en primer lugar debemos fijar nuestro objetivo: ¿vamos a trabajar en alta, media o baja temperatura? ¿nos sirven los vidriados comerciales o preferimos componerlos nosotros mismos? ¿qué aspecto nos gusta que tengan: brillantes, mates, satinados, transparentes, translúcidos, de colores vivos o matizados?

Tomemos la decisión que tomemos, **es imprescindible hacer series de pruebas** antes de aplicar un determinado esmalte a nuestras piezas.

Una de las opciones más sencillas es la de usar esmaltes comerciales. Podemos usar uno o varios mezclados entre sí. Esto nos será útil para conseguir un determinado aspecto de acabado (p. e. mezclar un vidriado brillante y uno mate en diferentes proporciones) o para conseguir una serie de colores matizados (p. e. mezclando tres esmaltes, cada uno coloreado mediante la adición de un

determinado porcentaje de óxido colorante), en este caso es recomendable usar porcentajes bajos de colorante en cada esmalte).

Para llevar a cabo estos muestreos se usan, frecuentemente, tablas de dos, tres o cuatro entradas como, por ejemplo, estas que siguen a continuación:

Algunos ceramistas encuentran vidriados muy útiles mezclando dos materias primas al 50% y añadiendo después óxidos metálicos para conseguir color, como por ejemplo, cenizas con feldespato, arcillas con fundentes, etc. Dependiendo siempre de la temperatura de trabajo.

En la tabla de tres entradas, A, B y C pueden ser tres vidriados diferentes, el mismo vidriado con tres óxidos colorantes distintos o, incluso, tres materiales cerámicos (un fundente, una arcilla y cuarzo), etc.

A 100%											
A 80 B 20		A 80 C 20									
A 60 B 40		A 60 B 20 C 20		A 60 C 40							
A 40 B 60		A 40 B 40 C 20		A 40 B 20 C 40		A 40 C 60					
A 20 B 80		A 20 B 60 C 20		A 20 B 40 C 40		A 20 B 20 C 60		A 20 C 80			
B 100%		B 80 C 20		B 60 C 40		B 40 C 60		B 20 C 80		C 100%	

La tabla de cuatro entradas, A, B, C, y D, tiene el mismo cometido, pero es más apropiada para mezclar diferentes materiales para conseguir una serie de vidriados y/o engobes útiles, aunque seguramente, aparecerán otros que no serán apropiados para la temperatura a la que estemos trabajando.

A 100%	A 80 B 20	A 60 B 40	A 40 B 60	A 20 B 80	B 100%
A 80 C 20	A 64 B 16 C 16 D 04	A 48 B 32 C 12 D 08	A 32 B 48 C 08 D 12	A 16 B 64 C 04 D 16	B 80 D 20
A 60 C 40	A 48 B 12 C 32 D 08	A 36 B 24 C 24 D 16	A 24 B 36 C 16 D 24	A 12 B 48 C 08 D 32	B 60 D 40
A 40 C 60	A 32 B 08 C 48 D 12	A 24 B 16 C 36 D 24	A 16 B 24 C 24 D 36	A 08 B 32 C 12 D 48	B 40 D 60
A 20 C 80	A 16 B 04 C 64 D 16	A 12 B 08 C 48 D 32	A 08 B 12 C 32 D 48	A 04 B 16 C 16 D 64	B 20 D 80
C 100%	C 80 D 20	C 60 D 40	C 40 D 60	C 20 D 80	D 100%

También podremos utilizar estas tablas para mezclar óxidos con óxidos, materiales para pastas, vidriados con vidriados o con opacificadores, mateadores, texturadores... etc.

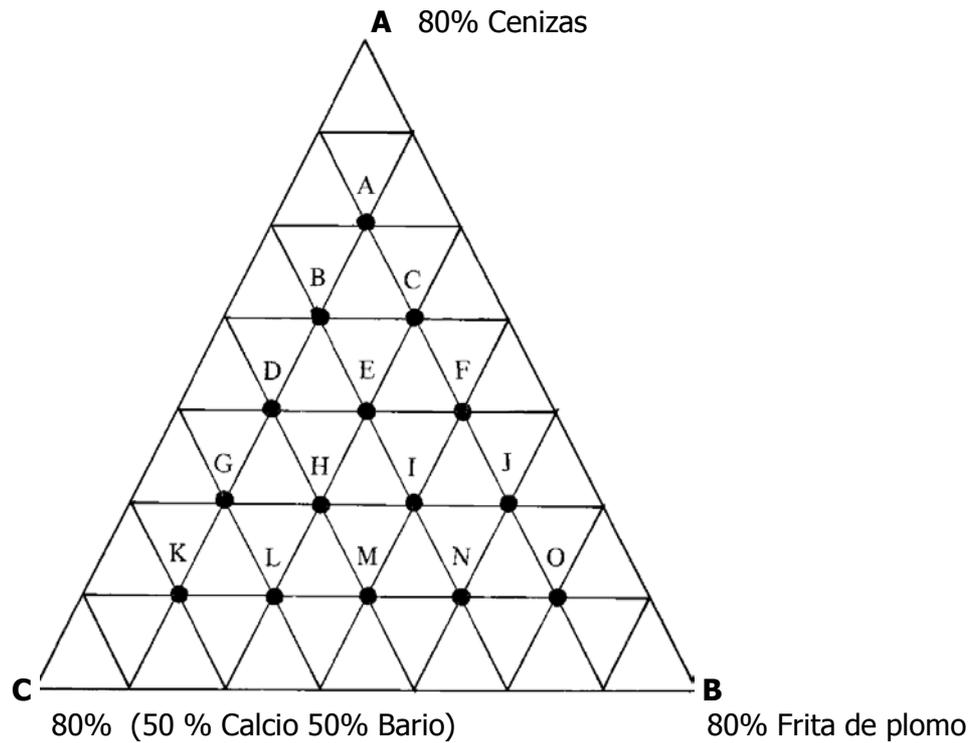
Otra variante de la mezcla triangular consiste en establecer combinaciones de varios elementos entre sí al 50%, siendo los números 1,2,3,4,5 y 6 un mismo vidriado con 6 diferentes óxidos colorantes, de este modo:

1	2	3	4	5	6
	1+2	1+3	1+4	1+5	1+6
		2+3	2+4	2+5	2+6
			3+4	3+5	3+6
				4+5	4+6
					5+6

El diagrama triaxial de mezclas nos sirve para establecer una determinada área de fusión

establecida por tres componentes.

DIAGRAMA 1050°



La composición de los distintos puntos se pasa a una tabla como la siguiente:

	Caolín	Nefelina	Cenizas	Fr. plomo	Calcio	Bario
A	5	15	50	20	5	5
B	5	15	40	20	10	10
C	5	15	40	30	5	5
D	5	15	30	20	15	15
E	5	15	30	30	10	10
F	5	15	30	40	5	5
G	5	15	20	20	20	20
H	5	15	20	30	15	15
I	5	15	20	40	10	10
J	5	15	20	50	5	5
K	5	15	10	20	25	25
L	5	15	10	30	20	20
M	5	15	10	40	15	15
N	5	15	10	50	10	10
O	5	15	10	60	5	5

Constante el 20% (Caolín 5%, Nefelina 15%)

Con estos cuatro tipos de combinaciones sistemáticas, se pueden conseguir infinidad de series de pruebas de vidriados, de engobes, de pastas y todas las posibles combinaciones entre sí de estos con óxidos colorantes, opacificadores, texturadores y mateantes, sin necesidad de utilizar el cálculo cerámico propiamente dicho.

Además tampoco es imprescindible el uso de básculas precisas, ya que se pueden usar unidades de volumen en lugar de unidades de peso, se pueden mezclar tantas tazas o cucharadas o cubos de un vidriado o material con tantas de los otros.

Cálculo cerámico. Óxidos que intervienen en la composición de los vidriados.

La mayoría de libros de cerámica que abordan el tema del cálculo de vidriados, empiezan hablando de átomos, protones, neutrones, moles y demás, lo cual está muy bien (el saber no ocupa lugar), pero realmente no es necesario porque tan solo necesitamos utilizar las tablas de pesos moleculares como la que viene a continuación, y que podemos encontrar en casi todos los manuales al uso.

MATERIAL	FÓRMULA QUÍMICA	PESO EQUIV.
Ácido bórico	$B_2O_3 \cdot 3H_2O$	124
Bisilicato de plomo	$PbO \cdot 2SiO_2$	343
Caolín	$Al_2O_3 \cdot 2H_2O \cdot 2SiO_2$	258
Colemanita (Borato de calcio)	$2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$	412 (206)
Carbonato de bario	$BaCO_3$	197
Carbonato de calcio	$CaCO_3$	100
Carbonato de litio	Li_2CO_3	74
Carbonato de magnesio	$MgCO_3$	84
Ceniza de huesos	$(PO_4)_2 \cdot Ca_3$	310 (103)
Dolomita	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	184
Espato flúor (fluoruro de calcio)	CaF_2	78
Esposdumeno	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	372
Feldespatos potásico	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	556
Feldespatos sódico	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	524
Minio	Pb_3O_4	684
Óxido de antimonio	Sb_2O_3	292
Óxido de zinc	ZnO	81
Pedernal, sílice o cuarzo	SiO_2	60
Petalita	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$	612
Piedra de Cornwall (pegmatita)	0.30CaO 0.34Na ₂ O · 1.075Al ₂ O ₃ · 8.1SiO ₂ 0.36K ₂ O	667
Nefelina sienita	0.25K ₂ O 0.75Na ₂ O · 1.11Al ₂ O ₃ · 4.65SiO ₂	462
Silicato de zirconio	$ZrO_2 \cdot SiO_2$	183
Talco	$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$	378(126)
Ulexita	$CaO \cdot Na_2O \cdot 2.5B_2O_3 \cdot 8H_2O$	405
Wollastonita	$CaO \cdot SiO_2$	116

Veamos ahora cómo se clasifican los óxidos que intervienen en la composición de vidriados. Según la fórmula empírica de Seger los óxidos se colocan en tres columnas según la actividad que desarrollan en el vidriado, de la forma siguiente:

RO/R ₂ O	R ₂ O ₃	RO ₂
PbO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Li ₂ O	B ₂ O ₃	TiO ₂
Na ₂ O	Sb ₂ O ₃	SnO ₂
K ₂ O		ZrO ₂
CaO		
MgO		
BaO		
ZnO		

Estos son los óxidos más corrientemente utilizados. También se podrían añadir los óxidos metálicos utilizados para colorear (cobalto, hierro, manganeso, cobre, etc.) pero normalmente se añaden como porcentajes de peso a una receta base.

En la columna RO/R₂O se anotan los elementos que están en relación 1 a 1 o 1 a 2 con el oxígeno y actúan como fundentes, es decir que rebajan el punto de fusión del cuarzo, que es el formador del vidrio. **Los valores anotados deberán sumar 1 obligatoriamente.**

En la columna R₂O₃ se anotan los elementos que están en relación 2 a 3 con el oxígeno, básicamente la alúmina y el boro, que actúan como estabilizadores del vidriado fundido.

Por último en la columna RO₂ se anota el cuarzo que actúa como formador de vidrio y, a veces, el titanio, el estaño y el zirconio, que están en relación de 1 a 2 con el oxígeno.

Veamos ahora, la función que desempeñan en el vidriado los distintos óxidos.

La sílice (SiO₂)

Como ya hemos dicho es el formador de vidrio. Es el componente mayoritario en cualquier vidriado. Aporta cualidades muy positivas como la dureza y el acoplamiento entre pasta y vidriado, por lo que se debe añadir tanta como sea posible según la temperatura de trabajo. Se introduce en las recetas por medio del *cuarzo, arcillas, feldespatos, pegmatitas y otros silicatos como el talco o la wollastonita y por medio de fritas.*

La alúmina (Al₂O₃)

Se utiliza en cantidades relativamente pequeñas, normalmente menor que 0.6 cantidades moleculares. La alúmina es muy refractaria, por lo que eleva el punto de fusión del vidriado, aporta viscosidad, dureza y resistencia a la tracción, así como opacidad y matidez si se usa en exceso. Los *feldespatos y arcillas* son los principales materiales empleados para su introducción en la receta de vidriado.

El óxido de sodio (Na₂O)

Es muy activo químicamente por lo que es un poderoso fundente útil en toda la gama de temperaturas. Proporciona fuerza y brillantez a los colores. Es blando y fácilmente soluble por lo que no es conveniente usarlo solo. Tiene un elevado coeficiente de dilatación que hace que normalmente se agriete al enfriarse, si bien esta característica se puede aprovechar con fines estéticos como bien sabemos. Está contenido en la *nefelina-sienita, pegmatita, feldespato de sodio, colemanita, ulexita y diversas fritas.*

El óxido de potasio (K₂O)

Es muy similar al de sodio, tanto que frecuentemente se mencionan en las fórmulas de vidriado como el grupo KnaO. La diferencia más importante se encuentra en la diferente respuesta al color producido por el manganeso, que en los vidriados de sodio proporciona un color púrpura rojizo mientras que en los de potasio da un púrpura azulado. Proporcionado por el *feldespato potásico*, *nefelina*, *pegmatita* y *fritas*, principalmente.

El óxido de plomo (PbO)

Uno de los principales fundentes para baja y media temperatura, en realidad es el más útil y fiable en ese rango de temperatura. Tiene un bajo coeficiente de dilatación y causa pocos defectos en el vidriado. Su respuesta al color es cálida y brillante. La principal desventaja es su **alta toxicidad**, si bien ésta puede disminuir grandemente utilizando fritas comerciales en forma de bisilicatos, boro-silicatos, etc. Otra desventaja es que se volatiliza por encima de 1190°, siendo sus vapores tóxicos también. Su uso en cerámica utilitaria debe responder a criterios muy rígidos en cuanto a la posible solubilidad, siendo aconsejable utilizar vidriados comerciales sometidos a criterios normalizados de seguridad. En caso de no disponer de vidriados seguros, es necesario que el plomo vaya acompañado de otros fundentes tales como el calcio y el sodio/potasio y de tanta alúmina y sílice como sea posible. El cuarzo estará en relación de 2 a 1 o más con el plomo y la temperatura de cocción deberá ser lo más alta posible: como mínimo 1050°. En cuanto a su manipulación como elemento crudo (no fritado) deberá ser cuidadosa al máximo, siendo muy aconsejable el uso de guantes de látex y mascarilla, así como abstenerse de comer, beber o fumar. También es soluble en sangre, por lo que conviene proteger las pequeñas heridas que pudieran entrar en contacto con él. Se introduce mediante el *minio*, *albayalde*, *cerusa* y **preferiblemente** en forma de fritas como *monosilicato*, *bisilicato*, *boro silicato*, etc.

El óxido de calcio (CaO)

Muy utilizado en casi todos los vidriados. En alta temperatura es uno de los fundentes principales junto con el sodio y potasio. En baja temperatura se usa en pequeñas cantidades como fundente y en mayores cantidades como opacificante y mateante. Es muy útil para proporcionar dureza e insolubilidad al plomo y al sodio y potasio. Se introduce en el vidriado por medio del *carbonato de calcio*, *colemanita*, *ulexita*, *talco*, *wollastonita*, *pegmatita*, *dolomita*, *espato flúor* y *ceniza de huesos*.

El óxido de bario (BaO)

Su función en el vidriado es muy parecida al óxido de calcio, si bien en baja temperatura debe utilizarse en cantidades más pequeñas que el calcio. Se utiliza principalmente para producir vidriados mates caracterizados por una superficie sedosa muy agradable. En alta temperatura se emplea además, para producir determinados vidriados (azules de cobre en reducción y celadones azules). Es **altamente tóxico** en crudo, por lo que se recomiendan las mismas precauciones en su manipulación que con el plomo. Se introduce por medio del *carbonato de bario*.

El óxido de magnesio (MgO)

Es un fundente para alta temperatura. En baja se utiliza para producir mates. Produce superficies suaves y mantecosas. Proporciona dureza y viscosidad a los vidriados. Se introduce por medio del *talco*, *carbonato de magnesio* y *dolomita*.

El óxido de zinc (ZnO)

Es un fundente muy útil y activo en baja y media temperatura. Se utilizó en sustitución del plomo crudo, en Inglaterra, dando lugar a los vidriados Bristol. Es un fundente secundario, que da mejores resultados en poca cantidad y en unión con otros fundentes más potentes. Modifica los colores producidos por los óxidos colorantes: verde turquesa con cobre, marrón con cromo, rosas con estaño. No es aconsejable usarlo junto con hierro porque produce colores sucios y apagados. Junto con el titanio favorece la formación de cristales. Se introduce como *óxido de zinc*.

El óxido de antimonio (Sb_2O_3)

Se puede emplear como opacificante, pero su uso más extendido es para producir vidriados amarillos con plomo (amarillo de Nápoles).

El óxido de litio (Li_2O)

Es un fundente muy activo en todas las temperaturas. El carbonato de litio se puede usar crudo, aunque es ligeramente soluble en agua. Es muy interesante para producir vidriados alcalinos en baja temperatura sin necesidad de recurrir a fritas. Su coeficiente de dilatación es muy bajo por lo que no produce grietas, pero sin embargo, puede producir desprendimientos del vidriado cuando la cantidad de sílice es demasiado elevada. Su principal inconveniente es su elevado precio. Se emplea en forma de *carbonato de litio*, *petalita* y *espodumeno*.

El óxido bórico (B_2O_3)

Es un fundente muy activo para todas las temperaturas. Es soluble en agua por lo que su uso más común es en forma de fritas. También se pueden emplear los boratos naturales y los obtenidos en laboratorio, que son ligeramente solubles, siempre que no se almacenen en húmedo antes de su aplicación. La *colemanita*, la *ulexita* y la *gaylussita* son algunos de estos boratos naturales formados en unión de calcio y/o sodio. Produce vidriados lisos y brillantes, sin defectos, por lo que se usa para vidriados de vajilla. Sobre barro rojo produce vidriados azulados. Con plomo y sílice se usa para la fabricación de fritas.

Los óxidos de estaño (SnO_2), zirconio (ZrO_2) y titanio (TiO_2)

Son los mejores opacificadores para todas las temperaturas. A veces se introducen en la fórmula seguer para el cálculo de vidriados, pero más frecuentemente se añaden a la receta base como porcentajes de peso. El titanio, además se usa como mateador. Se obtienen a partir *de óxido de estaño*, *del silicato de zirconio* y *del bióxido de titanio o del rutilo*.

Cálculo de vidriados. Fórmulas límite.

Teniendo en cuenta lo visto anteriormente, los vidriados están compuestos generalmente por uno o más fundentes, proporcionados por los óxidos contenidos en la columna de la izquierda ($\text{RO}/\text{R}_2\text{O}$), alúmina (R_2O_3), aunque pueden carecer de ella, y cuarzo (RO_2). Ahora bien, las cantidades de cada uno de los óxidos estarán mediatizadas por la temperatura de fusión del vidriado que queramos diseñar. Para evitar dar demasiados "palos de ciego", usaremos las llamadas fórmulas límite que encontraremos en distintos manuales de cerámica. Estas fórmulas están establecidas empíricamente y, aunque los valores que se dan para cada óxido no son absolutos, ofrecen un buen punto de partida para experimentar.

Por ejemplo, para vidriados transparentes, brillantes, crudos **de 900° a 1050°**, se pueden usar:

0.55 – 1.00 PbO

0.00 – 0.20 CaO

0.00 – 0.20 MgO

0.00 – 0.25 ZnO

0.00 – 0.18 KNa_2O

0.00 – 0.10 BaO

0.00 – 0.30 Li_2O

0.00 – 0.18 Al_2O_3

1.00 – 1.80 SiO_2

Para un vidriado opaco y mate **de 920° a 1080°**

0.10 – 0.20 Kna ₂ O		
0.20 – 0.40 CaO		
0.10 – 0.30 MgO	0.10 – 0.25 Al ₂ O ₃	1.30 – 2.50 SiO ₂
0.60 – 0.00 PbO	0.00 – 0.30 B ₂ O ₃	0.20 – 0.40 SnO ₂
0.00 – 0.10 Li ₂ O		

Fórmula general para vidriados transparentes y brillantes de **1100° a 1200°**.

0.00 – 0.5 PbO		
0.20 – 0.50 Kna ₂ O		
0.00 – 0.50 CaO	0.20 – 0.50 Al ₂ O ₃	2.80 – 4.00 SiO ₂
0.00 – 0.20 MgO	0.20 – 0.50 B ₂ O ₃	
0.00 – 0.20 ZnO		
0.00 – 0.50 Li ₂ O		

Fórmula general para gres y porcelana transparentes y brillantes de **1230° a 1460°**

0.10 – 0.30 Kna ₂ O		
0.05 – 0.70 CaO		
0.25 – 0.00 MgO	0.30 – 0.80 Al ₂ O ₃	2.50 – 7.50 SiO ₂
0.60 – 0.00 BaO		
0.30 – 0.00 ZnO		
0.00 – 0.50 Li ₂ O		

Para matear un vidriado brillante se aumentan las cantidades de calcio y/o magnesio a expensas del resto de fundentes. El boro es desfavorable para conseguir este tipo de vidriados, por lo que prescindiremos de él. También se pueden aumentar la alúmina y/o el cuarzo.

Bien, pues con estas tablas ya tenemos el material necesario para empezar a componer un vidriado determinado. Un ejemplo fácil podría ser un vidriado base transparente y brillante de baja temperatura, digamos 1050°, y cuyo fundente principal sea el plomo. Como hemos visto más arriba, al hablar de la solubilidad del plomo, es conveniente que éste vaya acompañado de otros fundentes que le proporcionen una mayor resistencia a la solubilidad como pueden ser el calcio y otros como los Kna₂O que si bien no aportan dureza, disminuyen la cantidad de plomo presente en la receta. Así pues mirando la fórmula límite recomendada para esta temperatura, vemos que el plomo debería estar presente en una cantidad entre 0.55 y 1.00 mol; el Kna₂O entre 0.00 y 0.18 mol; el calcio entre 0.00 y 0.20; el litio entre 0.00 y 0.30. Por lo tanto nuestra fórmula podría ser la siguiente:

0.60 PbO		
0.10 Kna ₂ O	0.15 Al ₂ O ₃	1.9 SiO ₂
0.15 CaO		
<u>0.15 Li₂O</u>		
1.00		

A continuación elegiremos los materiales que nos proporcionen los óxidos que se necesitan en la fórmula y los anotamos en una tabla similar a esta.

MATERIAS PRIMAS	PESO M	PbO 0.60	KNa ₂ O 0.10	CaO 0.15	Li ₂ O 0.15	Al ₂ O ₃ 0.15	SiO ₂ 1.90	PESOS
Bisilicato de plomo	343						0.6*2	343*0.6=
Aporta		0.6					1.20	205.80
Resto		0.0					0.70	
Feldespato sódico	524		0.10				0.10*6	524*0.10=
Aporta			0.10			0.10	0.60	52.40
Resto			0.00			0.05	0.10	
Carbonato de calcio	100							100*0.15=
Aporta				0.15				15.00
Resto				0.00				
Carbonato de litio	74							74*0.15=
Aporta					0.15			11.10
Resto					0.00			
Caolín	258						0.05* 2	258*0.05=
Aporta						0.05	0.10	12.90
Resto						0.00	0.00	
SUMAS		0.60	0.10	0.15	0.15	0.15	1.90	297.20

Una vez que tengamos todos los óxidos necesarios, multiplicaremos el peso molecular de cada uno por la cantidad que aparece en la fórmula, y **ya tenemos nuestra receta de peso.**

Bisilicato de plomo	205.80
Feldespato sódico	52.40
Carbonato de calcio	15.00
Carbonato de litio	11.10
Caolín / arcilla	12.90
SUMAN	297.20

Por razones de comodidad, para convertir fácilmente la receta de peso en kilos, p.e., se suele hacer que la suma de los componentes de la receta sea 100. Para ello multiplicamos cada cantidad por 100 y la dividimos por la suma de las cantidades que resultaron anteriormente.

Bisilicato de plomo	205.80 * 100 = 20580 / 297.20 =	69.25
Feldespato sódico	52.40 * 100 = 5240 / 297.20 =	17.63
Carbonato de calcio	15.00 * 100 = 1500 / 297.20 =	5.05
Carbonato de litio	11.10 * 100 = 1110 / 297.20 =	3.73
Caolín / arcilla	12.90 * 100 = 1290 / 297.20 =	4.34
SUMAN	297.20	= 100.00

Casos especiales: talco, colemanita, ceniza de huesos, pegmatita.

Tomemos el ejemplo del talco. Si miramos en la tabla de la página 4 veremos que al lado del peso molecular aparece otra cantidad entre paréntesis. Y fijándonos en su fórmula vemos que cada peso molecular aporta 3 cantidades de magnesio y 4 de sílice (el agua no se tiene en cuenta porque se pierde en la cocción). Así pues, para calcular cuánto talco necesitaremos para proporcionar la cantidad de magnesio necesaria en una fórmula tenemos que dividir la cantidad de magnesio que tenemos en la fórmula seger por la cantidad que aporta el talco. Veamos un ejemplo práctico, una fórmula de vidriado para media temperatura:

0.30 Kna₂O
 0.30 CaO 0.35 Al₂O₃ 2.50 SiO₂
 0.20 MgO
0.20 BaO
 1.00

MATERIAS PRIMAS	PESO M	KNa ₂ O 0.30	CaO 0.30	MgO 0.20	BaO 0.20	Al ₂ O ₃ 0.35	SiO ₂ 2.50	PESOS
Nefelina sienita	462						0.3*4.65	462*0.3
Aporta		0.30				0.30	1.395	0=
Resto		0.00				0.05	1.105	138.60
Creta	100							100*0.3
Aporta			0.30					0=
Resto			0.00					30.00
Talco (0.20/3 = 0.07)	378			0.07 * 3			0.07*4	378*0.0
Aporta				0.20			0.28	7
Resto				0.00			0.825	=
								26.46
Carbonato de bario	197							197*0.2
Aporta					0.20			0=
Resto					0.00			39.40
Caolín / arcillas	258						0.05 * 2	258*0.0
Aporta						0.05	0.10	5=
Resto						0.00	0.725	12.90
Cuarzo	60							60*0.72
Aporta							0.725	5=
Resto							0.00	43.50
SUMAS		0.30	0.30	0.20	0.20	0.35	2.50	290.86

Así pues, la receta de peso quedaría como sigue tras realizar las operaciones que ya vimos en el primer ejemplo, esto es, multiplicamos cada cantidad por 100 y dividimos el resultado por la suma de la columna de "PESOS":

Nefelina sienita **47.65**
 Creta **10.31**
 Talco **09.10**
 Carbonato de bario **13.55**
 Caolín / arcillas **04.44**
 Cuarzo **14.96**

Esta forma de proceder la emplearemos con cualquiera de los materiales del epígrafe y con cualquier otro que sea necesario, según su fórmula, es decir, aquellos que provean más de un peso equivalente de elementos por peso molecular.

Hasta aquí queda explicada la manera de calcular una receta de peso a partir de su fórmula estequiométrica o fórmula seger. Pero ¿cómo actuaremos si, por ejemplo, queremos comparar dos recetas distintas que produzcan resultados semejantes, o si queremos probar una receta tomada de un libro pero no tenemos todos los ingredientes y queremos sustituir alguno de ellos por los que usamos corrientemente? Para ello convertiremos una receta de peso en su fórmula seger.

Cálculo inverso.

Para convertir una receta de peso en su fórmula seger dividiremos la cantidad de cada ingrediente de la receta por su peso equivalente. Para verlo utilizaremos el ejemplo de receta anterior. De este modo resolveremos el problema del talco:

Nefelina-sienita	$47.65 / 462 = 0.103$
Creta	$10.31 / 100 = 0.103$
Talco	$09.10 / 378 = 0.024$
Carbonato de bario	$13.55 / 197 = 0.069$
Caolín / arcillas	$04.44 / 258 = 0.017$
Cuarzo	$14.96 / 60 = 0.249$

A continuación anotamos las cantidades en una tabla como ésta para ver en qué cantidades están presentes los óxidos en el vidriado.

MATERIAS PRIMAS	KNa ₂ O	CaO	MgO	BaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
	0.30	0.30	0.20	0.20	0.35	2.50
Nefelina sienita 0.103	0.103	/	/	/	0.103	0.103*4.65 0.479
Creta 0.103	/	0.103	/	/	/	/
Talco 0.024	/	/	0.024 * 3 0.072	/	/	0.024 * 4 0.096
Carbonato de bario 0.069	/	/	/	0.069	/	/
Caolín / arcillas 0.017	/	/	/	/	0.017	0.017*2 0.034
Cuarzo 0.249	/	/	/	/	/	0.249
SUMAS	0.103	0.103	0.072	0.069	0.120	0.858

Una vez hecho esto, distribuimos los óxidos según su clase en las tres columnas de la fórmula estequiométrica:

KNa ₂ O	0.103		
CaO	0.103	Al ₂ O ₃	0.120
MgO	0.072		SiO ₂
BaO	0.069		0.858
	0.347		

Como se puede apreciar, la columna de fundentes no suma 1, como es preceptivo, así que a continuación dividiremos cada cantidad por la suma de dicha columna para reducirla a la unidad:

KNa ₂ O	0.297				
CaO	0.297	Al ₂ O ₃	0.346	SiO ₂	2.473
MgO	0.207				
BaO	0.199				

Las pequeñas diferencias son motivadas por los cálculos con decimales.

Conclusión.

Si comparamos los diferentes métodos que hemos visto, podríamos llegar a la conclusión de que los métodos basados en mezclas son más intuitivos y nos ayudarán a comprender la acción en los vidriados, engobes y pastas de las diferentes materias primas, mientras que el cálculo estequiométrico es más exhaustivo y más "científico", valga la expresión, lo cual nos evitará recorrer un largo camino si queremos desarrollar vidriados con unas características específicas, basándonos en el conocimiento de las propiedades de los distintos óxidos.

Conviene decir respecto al cálculo seger que no hay que sentirse esclavizados por los decimales, que se pueden redondear las cantidades sin que, normalmente, ello suponga variaciones apreciables en la apariencia de los vidriados. Otro asunto a tener en cuenta es que, con un poco de habilidad en el manejo de la informática, se puede diseñar una hoja de cálculo que nos permitirá calcular muchas bases de vidriado en pocos minutos sin más esfuerzo que el de introducir las cantidades de los elementos o de los ingredientes. Además, existen en Internet algunos sitios que proporcionan gratis programas de cálculo, si bien presentan el inconveniente de utilizar materiales y pesos que no son comunes y emplear únicamente el inglés como idioma.