



**Universidad
de Guanajuato**

CAMPUS GUANAJUATO

DIVISIÓN DE ARQUITECTURA, ARTE Y DISEÑO

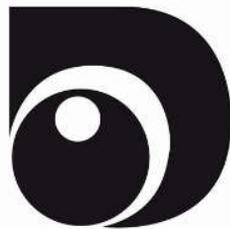
DEPARTAMENTO DE ARTES VISUALES

LICENCIATURA EN ARTES PLÁSTICAS

‘Exploración pictórica del proceso de vitrificación’

Trabajo de titulación en la modalidad de **Ejecución de Obra Artística** que para obtener el título de Licenciado en Artes Plásticas presenta: **Alvaro Almanza Juárez**

Director de Proyecto: **Mtro. Carlos Cañedo Chávez**



Universidad de Guanajuato
División de Arquitectura Arte y Diseño
Campus Guanajuato



Guanajuato, Gto.; septiembre de 2017

Dedicatoria

A mis padres, todo lo que soy es gracias a ustedes.

Agradecimientos

A mi hermana y hermanos por todo su apoyo.

A mi hermano Jorge por darme asilo político.

A mis sobrinos por recordarme el por qué no quiero hijos.

Al maestro Carlos Cañedo por su confianza en mi capacidad como pintor.

A los maestros Américo Hernández y David Wright por aceptar ser mis sinodales y por sus observaciones, correcciones y consejos.

A mis compañeros de generación por las pachangas y los jarales.

A Don Mugres por la promoción de hamburguesa/papas/refresco a \$20 varos.

Contenido

Introducción.....	9
El vidrio	11
De átomos y enlaces.....	17
Vitrificación.....	23
La obra pictórica.....	31
Análisis de la obra	39
Conclusiones.....	47
Catálogo	49
Bibliografía	61
Exposición.....	65

Introducción

Este proyecto inició con varios planes que fueron transformándose a lo largo de la producción. A pesar de ello los resultados obtenidos fueron bastante significativos en mi crecimiento como artista plástico. Es una exploración donde busco descubrir cómo plasmar, a través de la pintura, a los enlaces moleculares que nos permiten tener los objetos que percibimos y con los que interactuamos de manera cotidiana, tomando de referencia al material que comúnmente se conoce como vidrio.

Saber de qué está hecho un determinado objeto es algo que me mantiene intrigado desde hace tiempo, pero utilizar los elementos propios de la pintura para intentar representarlos fue algo que llegó con mi formación académica. El ejercicio de la pintura me ha permitido descubrir nuevas posibilidades, tanto de expresión como de interpretación. Para el caso del vidrio, disponer de componentes como el color o la textura me ayudó a entender no sólo su proceso de conformación, sino a darme cuenta de que mi interpretación de la realidad física que percibo depende, tanto de lo que he aprendido del conocimiento científico, como de mi experiencia como pintor.

Tomando como punto de partida a los electrones de los átomos de cada elemento presente en el vidrio pude crear una relación entre ellos, el color y varios patrones de líneas. Estas asociaciones, junto a las reacciones químicas que suceden durante el proceso de vitrificación, sentaron las bases para la producción de las piezas; las cuales representan distintos puntos de dicho proceso. Por esta razón, uno de los objetivos fue el de establecer, a través de las piezas, una narrativa de dicho proceso. En el mismo sentido, este proyecto se usó para seguir desarrollando mi lenguaje pictórico, el cual se basa en un método de trabajo que genera diversas asociaciones entre los conocimientos básicos de una cierta disciplina científica -en este caso la química- y algunos elementos clave de la pintura, como la línea, el color y la textura.

El vidrio

El vidrio como material me pareció una temática interesante, principalmente por su estructura molecular. Esta elección no fue al azar, mi interés por saber cómo se forman las cosas se remonta casi hasta mi niñez; puedo decir que mi interés por saber cómo se forma la materia se remonta a mediados de 2012, cuando escuché un podcast de divulgación científica titulado *El explicador*¹, ahí trataron la noticia de un grupo de investigadores que había logrado fotografiar la sombra de un átomo. Más allá del podcast, me sorprendió que la manera en que pudieron hacer la fotografía fue mediante la detección de patrones eléctricos en las orillas del átomo (Gánem & Aranda, 2012). Esa idea de los patrones eléctricos fue transformándose en mi cabeza, primero de la manera obvia: asociar dichos patrones a patrones de electrones en un átomo; eventualmente fui recordando e investigando sobre los electrones y la forma en la que se enlazan para formar la materia. En el año 2013 transferí esas ideas a la pintura, realizando una serie de cinco piezas titulada *Estados de la materia*. Para esa serie escogí una molécula representativa de cada uno de los estados, de tal forma que asigné patrones a los electrones responsables del enlace que permite la formación de dicha molécula y, consecuentemente, el estado de la materia que representa.

La pieza que considero más lograda es la que hace referencia al estado sólido. Con ella logré identificar aspectos de la pintura, como la saturación de elementos en la superficie pictórica y la aplicación de veladuras, que se convirtieron en referentes de mi quehacer artístico. Esos mismos elementos fueron los que me permitieron crear una interpretación más fiel a lo que tenía en mente cuando pensé en los patrones de electrones, pues eventualmente pude asociar aspectos como la saturación de un color, con la probabilidad de ubicación de un electrón, de tal forma que pude jugar con distintas saturaciones tanto de color en las veladuras, como de cantidad en la superficie pictórica.

¹ El podcast inició como programa de radio y en varias ocasiones ha dejado de estar al aire. Hay algunos episodios que pueden escucharse libremente (Gánem & Aranda, El explicador, s.f.).



Ilustración 1. *Sólido*. Serie: *Estados de la materia*

Lo anterior hizo que me inclinara a tomar al estado sólido como punto de partida. Descarté diversos materiales, como la madera, el metal o el plástico; quería un material que tuviera la mínima intervención o manufactura, además de la característica de dureza que uno asume cuando nos referimos a algo sólido; así que pensé en lo más simple: una piedra. Al realizar una investigación preliminar, noté lo extensa que es el área de estudio dedicada a las piedras. Formalmente conocida como mineralogía, una de las sub-áreas que llamó mi atención fue la cristalografía pues la estructura ordenada de los cristales me resultó atractiva. Al documentarme sobre los cristales me pareció curiosa la frecuencia en la que se especificaba que el vidrio no era un cristal, traté de averiguar por qué no lo era y descubrí su potencial:

es común que se considere que el vidrio se encuentra en un estado distinto al sólido: el estado vítreo (Groover, 2007, pág. 136). Eso me pareció algo sorprendente; yo no sabía nada de ese estado y me dejó intrigado saber cómo lograba tener esa estructura amorfa que lo caracteriza.

Aquí conviene hacer una pausa y hablar brevemente sobre lo que es un estado de la materia. Formalmente llamado estado de agregación, un estado es la forma en la que la materia se presenta. Es complicado ser riguroso con el término 'materia' pues su estudio es una actividad que requiere de explicaciones que van más allá del presente texto, por lo que nos quedaremos con las nociones que uno aprende en la educación secundaria o preparatoria. La materia es la substancia con la que se conforman todos los objetos del universo; así que un estado de agregación es la forma en la que la materia se nos presenta, de tal forma que cada estado posee características y propiedades que lo distinguen de los demás estados (Brown, LeMay, Bursten, & Burdge, 2004, pág. 5). Los estados de la materia más conocidos son el sólido, el líquido, el gaseoso y el plasma.

El vidrio se clasifica generalmente como un sólido amorfo, específicamente un material cerámico amorfo (Brown, LeMay, Bursten, & Burdge, 2004, págs. 469, 506). Como estado de la materia, "el termino vidrio[...] se refiere a una estructura amorfa, no cristalina, de un sólido" (Groover, 2007, pág. 136) y este mismo autor nos menciona en la misma página que, como material cerámico, el vidrio es un material solido en estado vítreo; lo cual es bastante confuso pues no parece haber diferencia entre decir estado vítreo y sólido amorfo². Lo interesante es que no hay duda en que su estructura molecular es amorfa, y es precisamente eso lo que llamó mi atención. De forma simplificada, las moléculas que componen al vidrio tienen características de un cristal, pero debido a los procesos involucrados en su formación, las moléculas no se cristalizan, por lo que quedan en un arreglo amorfo. Esa es una de las características del llamado estado vítreo (Groover, 2007).

² Para saber más sobre estos términos conviene consultar el artículo "Vitrification and structural differences between metal glass, quasicrystal, and Frank-Kasper phases" de A. E. Galashev; presente en la bibliografía.

Por otro lado, el vidrio es un material que existe en la naturaleza y que puede ser manufacturado; su uso es tan común que los pasos necesarios para su fabricación han sido ampliamente estudiados y documentados. No existe un solo tipo de vidrio, los hay desde los más comunes, como los que se usan en ventanas o envases, hasta los más especializados, utilizados como elementos ópticos o de laboratorio. Históricamente no se sabe muy bien cuándo comenzó a usarse el vidrio, la documentación más antigua que se tiene sobre su fabricación data del siglo XVII a.e.c. (Sorroche-Cruz & Dumont-Botella, 2005). Aunque Doremus (Glass science, 1973, pág. 2) menciona que, en artículos de la Enciclopedia Británica, refieren hallazgos del vidrio en Egipto hacia el 7000 a.e.c.; la referencia que yo encontré en el sitio web de la Enciclopedia Británica, menciona hallazgos de objetos de vidrio egipcios hacia el 2500 a.e.c. (Encyclopædia Britannica, Inc., s.f.); Phillips también establece un objeto de vidrio egipcio hacia el 7000 A.E.C. (Glass: the miracle maker, 1941, págs. 4, 20) pero es más específico, mencionando que dicho objeto es un amuleto moldeado. Doremus y Phillips concuerdan en que inicialmente el vidrio fue utilizado principalmente como objeto decorativo y que su manufactura se desarrolló primero con el uso de moldes y luego con la invención del vidrio soplado hacia el siglo I e.c.. Después la industria del vidrio decayó hacia el 425 e.c. (Phillips, 1941) y resurgió en Venecia hacia el 1300 e.c. (Doremus, 1973). Fue hasta el siglo XX que el estudio del vidrio se formalizó, pues antiguamente su industria se desarrolló empíricamente. Actualmente la fabricación del vidrio común sigue normas que se han ido estableciendo a partir, tanto del conocimiento empírico, como de su estudio formal. En cuanto al estado vítreo, su estudio forma parte del estudio de los materiales cerámicos, o eso infiero de las fuentes consultadas.

No está de más decir que este trabajo es un acercamiento artístico a las propiedades moleculares del vidrio. Si se quiere ahondar en el tema conviene consultar la bibliografía, de manera específica, y para iniciarse en el estudio del vidrio y en general de los aspectos técnicos del estado vítreo y las dificultades para definirlo, recomiendo el libro *Modern glass practice*.

Como punto de partida para la creación artística, las propiedades del vidrio me resultaron ideales: Primero porque el análisis de su estructura molecular me sirvió como ancla, es decir, los límites que fui creando a partir del proceso de formación el vidrio me permitieron centrarme en el desarrollo del lenguaje pictórico que he venido generando a lo largo de mi formación académica; y segundo, porque a pesar de haber marcado límites en cuanto a color y forma, su estructura amorfa me dio la libertad de utilizar dichos límites en función, tanto de mi propio lenguaje pictórico, como de mi interés por descubrir cómo representar mi percepción física del mundo.

De átomos y enlaces

Como es sabido, la materia se compone de moléculas; éstas a su vez son agrupaciones de átomos. A lo largo de la historia científica se han desarrollado varios modelos que representan la estructura del átomo. El que yo he tomado de referencia es el que probablemente sea el más conocido: el modelo atómico de Bohr³. En este modelo, un átomo se compone fundamentalmente de: 1) un núcleo, de carga eléctrica positiva, conformado por neutrones y protones; y 2) electrones, de carga negativa, que orbitan en distintos niveles de energía alrededor del núcleo. Los electrones son los que permiten los enlaces en los átomos, juegan un papel importante en el hecho de que la materia se conforme como la percibimos. Por tal motivo los he tomado como punto de referencia para estudiar, de manera artística, los distintos pasos en el proceso de conformación del vidrio. Esa decisión fue tomada cuando empecé la serie *Estados de la materia*, la diferencia es que en aquella ocasión las representaciones que hice fueron sólo de una molécula de los diversos materiales que estuvieran en un determinado estado de agregación. Esta vez decidí representar un proceso, en otras palabras, lo que hice fue investigar qué moléculas se crean cuando se fabrica el vidrio, con el objetivo de saber e interpretar, de manera pictórica, cómo es la transición de una molécula a otra.

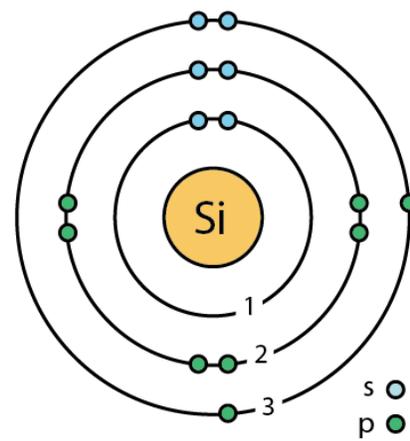


Ilustración 2. Átomo de silicio (Hazard, 2016)

³ Llamado así a causa del físico danés Niels Bohr (Chang, 2011, págs. 138-143).

He tomado el modelo atómico de Bohr como primera referencia porque visualmente es muy comprensible. En la ilustración 2 se puede observar que los electrones se encuentran alrededor del núcleo y en distintas órbitas que representan distintos niveles de energía; esto se debe a que los electrones pueden ‘moverse’ de una órbita a otra cuando pierden o ganan energía (Brown, LeMay, Bursten, & Burdge, 2004, págs. 207-209; Chang, 2011, págs. 139-147).

Esa cualidad permite que los electrones de dos o más átomos se enlacen para formar moléculas. Existen ciertos parámetros que determinan cuándo y cómo un electrón pasa de una órbita a otra, pero ese es un tema que no se tocará en este texto pues lo importante, artísticamente hablando, es saber cómo los electrones se unen para formar las moléculas; para esto es necesario hablar muy brevemente de los enlaces. Aunque existen varios tipos, lo más común es que se explique que cuando los átomos se unen, siguen la llamada regla del octeto. La cual establece que “un átomo [...] tiende a formar enlaces hasta que se rodea de ocho electrones de valencia” (Chang, 2011, pág. 227). Ahora bien, un electrón de valencia es aquel que se encuentra en la última órbita de un determinado átomo; podemos decir entonces que los enlaces se crean cuando un átomo logra tener ocho electrones en su última órbita. Los enlaces también son de varios tipos y siguen una serie de reglas, pero lo que yo buscaba era saber, visualmente y de manera plástica, cómo un electrón de un átomo se une con otro átomo para formar una molécula, en otras palabras: se sabe muy bien cómo representar matemáticamente cada tipo de enlace, pero ¿cómo podemos verlo? ¿Qué pasa en ese momento exacto en el que un átomo se enlaza con otro? ¿Cómo un electrón es compartido por dos o más átomos? ¿dónde está? Por supuesto que éstas preguntas pueden responderse químicamente, pero la intención de mi trabajo no es generar una reinterpretación de los enlaces moleculares; como ya mencioné, buscaba responderme esas preguntas mediante el ejercicio de la pintura: como artista plástico, la pintura es el medio que tengo para expresar mis ideas e inquietudes, inquietudes que en este proyecto tienen que ver más con mi percepción de la realidad física que con el saber químico de la materia. Si bien es cierto que la materia y la percepción pueden saberse y comprenderse mediante la química, la física y las neurociencias, en mi caso el

hecho de pintar me ha permitido digerir el conocimiento científico; esto ha sido así porque he podido asociar características propias de la pintura como la forma, el color o la textura, con los elementos básicos de lo que intento entender. Es algo que he venido haciendo desde que inicié mi formación como artista plástico

Para empezar el análisis del proceso de vitrificación escogí como elementos base a los átomos, específicamente a los electrones: se me ocurrió otorgarle un patrón de líneas a cada electrón presente en la última órbita de cada elemento que interviene en la formación del vidrio. Los elementos que lo componen son los siguientes: silicio (Si), oxígeno (O), calcio (Ca), magnesio (Mg), carbono (C) y sodio (Na). En la siguiente imagen se pueden observar los distintos patrones que hice para cada elemento.



Ilustración 3. Patrones de electrones

Recordemos que podemos decir que un enlace se logra cuando un átomo tiene ocho electrones en su última órbita y la forma de tener ocho electrones es compartiéndolos con otro átomo. Al observar los patrones en la ilustración 3, podemos ver los electrones de cada elemento: cuatro para el silicio (Si), seis para el oxígeno (O), dos para el calcio (Ca), dos para el magnesio (Mg), cuatro para el carbono (C) y uno para el sodio (Na). Entonces podríamos decir que, de manera pictórica, es posible representar los enlaces de dos maneras: 1) como la unión de los patrones. Como en un enlace se comparten electrones, podemos añadir un patrón de un electrón de un elemento a otro, algo como la siguiente imagen, en la que el patrón del electrón del sodio se une con los patrones de los electrones del oxígeno.

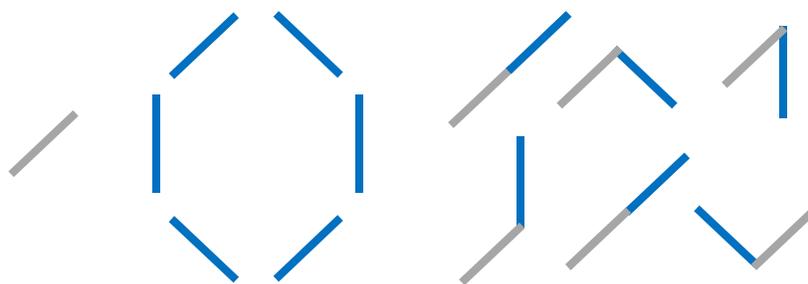


Ilustración 4. Sodio y oxígeno

Dejando a un lado que se necesitan ocho electrones para hacer un enlace y que en la ilustración anterior sólo vemos siete, lo que observamos son las posibles combinaciones de los electrones; lo que nos genera más interrogantes, empezando con ¿cuál de los seis electrones del oxígeno se enlaza con el del sodio? Lo que me llevó a descubrir que, para el electrón “Es imposible saber su posición exacta debido a que se extiende en el espacio” (Chang, 2011, pág. 149) así que no quise especular sobre cuáles patrones de electrones podría usar para los enlaces. Como tengo la inquietud acerca de la formación de la materia desde hace un par de años, tenía entendido que por su naturaleza no podemos saber la posición exacta del electrón. Quizá por eso los patrones que se muestran en la ilustración 3 los hice como series de líneas y no como una sola línea, como en el caso de la ilustración 4. Lo que nos lleva a la otra forma de representar los enlaces moleculares: 2) Utilizar los patrones como posibilidades de ubicación de los electrones. Aunque visualmente el modelo atómico de Bohr es muy comprensible, no es completamente correcto, pues los electrones no orbitan al núcleo del átomo; su ubicación, por decirlo de manera holgada, es imprecisa. Esta cuestión de la ubicación del electrón fue resuelta por el físico Erwin Schrödinger con la llamada ‘función de onda’, la cual nos permite calcular los espacios de probabilidad en los que puede estar ubicado el electrón (Chang, 2011, págs. 149-150); esto me llevó a pensar en asociar la probabilidad con la saturación del color: a mayor probabilidad, mayor saturación. Explicado de manera visual, si observamos la ilustración 3 veremos que las líneas que conforma un cierto patrón no tienen la misma saturación.

Considerando lo anterior, decidí utilizar partes de las dos posibles representaciones para generar la estructura base de las piezas: por un lado, la idea

de utilizar la saturación como símil de la probabilidad, y por otro, las posibles combinaciones de línea utilizadas como referencia en la dirección del trazo del pincel. Esto último lo consideré así porque creí que podría ser confuso hacer tantas líneas en la superficie pictórica así que opté por establecer una cierta dirección a cada parte que conforma cada patrón de electrones, es decir, en el caso de que el patrón fuera de seis electrones, como en el oxígeno, entonces el patrón tendría seis posibles direcciones en el trazo.

Para la saturación es importante mencionar que los colores utilizados para las piezas responden directamente a los colores asociados a cada elemento, esto es: marrones para el silicio, azules para el oxígeno, blancos y grises para el calcio, el magnesio y el sodio, y grises y negros para el carbono (Elementos, s.f.) (Jiménez, s.f.). Aunque existen un par de sistemas de colores para representar los distintos elementos químicos como el 'Amino' o el 'CPK' (OpenRasMol, 2009) me pareció que dichos esquemas no podían brindarme la armonía ni la consistencia que yo buscaba en las piezas. Por eso decidí utilizar el color del aspecto del elemento en cuestión, en el caso del oxígeno, que es un elemento incoloro, decidí utilizar el azul porque es el color que toma cuando se encuentra en estado líquido. El silicio puede ser de dos colores, uno cuando tiene una estructura cristalina y otro cuando tiene una estructura amorfa; decidí utilizar el de la estructura amorfa pues es la que se desarrolla durante la vitrificación y es de un tono marrón.

Vitrificación

Como he mencionado, el proceso de manufactura del vidrio ha sido ampliamente estudiado. Su uso es tan común y sus aplicaciones tan variadas y específicas que la información que uno puede encontrar acerca del vidrio es abrumadora. De las fuentes que tuve la oportunidad de revisar encontré desde las que tratan de divulgación científica con explicaciones sencillas y cotidianas, como el libro *El mundo mágico del vidrio* (López & Martínez, 2000) hasta organizaciones como *The American Ceramic Society* (The American Ceramic Society, 2015), que se dedica a publicar artículos, boletines y libros técnicos especializados en la tecnología y aplicación de materiales cerámicos. Sin dejar a un lado libros sobre manufactura de materiales como *Fundamentos de manufactura moderna* (Groover, 2007) o *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (Smith & Hashemi, 2006) ni los libros tanto introductorios como especializados en la ciencia del vidrio como *Glass science* (Doremus, 1973) o *Modern glass practice* (Scholes, 1975) y tampoco los libros de química básica que tocan el tema del vidrio como *Fundamentos de Química* (Chang, 2011) o *Química. La ciencia central* (Brown, LeMay, Bursten, & Burdge, 2004).

Tanta información hizo que perdiera de vista el rumbo de mi trabajo. Es cierto que el estudio del vidrio es muy interesante pero mi inquietud, si bien sí era sobre el vidrio, era más sobre lo que pasaba cuando los enlaces se formaban. Por eso decidí tomar como referencia y punto de partida al libro *El mundo mágico del vidrio* pues tiene todo lo que necesitaba para empezar. Ahí se nos explican con claridad los distintos tipos de vidrio comerciales, como el vidrio sódico-cálcico, el de plomo, el de borosilicato y el de sílice. Elegí el primero pues es el que se fabrica de manera más común, es el que se usa para las ventanas y al parecer el 90% del vidrio que se fabrica es de este tipo (Smith & Hashemi, 2006, pág. 626).

La materia prima que conforma al vidrio se clasifica en: 1) Vitrificantes, que son las sustancias formadoras del vidrio, como la sílice (SiO_2); 2) Bases, que determinan el tipo de vidrio, como la cal (CaO) para los de tipo sódico-cálcico; 3)

Fundentes, que facilitan la formación del vidrio, disminuyendo el punto de fusión, como la sosa (Na_2O); 4) Estabilizantes, como el aluminio, usados en la fabricación de vidrios de tipo industrial; y 5) Elementos secundarios, que tienen que ver más con darle un aspecto al vidrio, como color o textura (Blanco-Alvarez, s.f. a).

A manera de resumen, el proceso de conformación del vidrio se da como sigue: La materia prima se debe pesar, mezclar y humedecer de manera adecuada; después se transporta hacia el horno, en donde la temperatura de la mezcla sube lentamente, de tal forma que su interior permanece frío por un largo rato; esto es así porque el aire que contiene la mezcla funciona como aislante. A causa de las altas temperaturas, la materia prima sufre transformaciones físicas, como la fusión de cada constituyente y de sus productos de reacción, la modificación del estado cristalino de los productos de la sílice y el desprendimiento de gases; también suceden reacciones químicas, como la evaporación de agua de la humedad, la deshidratación de ciertos constituyentes, como las sales hidratadas, la disociación de carbonatos, sulfatos y la asociación de los óxidos liberados. Debido a que son muchos los elementos que componen al vidrio, y a que las transformaciones se dan de manera casi simultánea, es complicado estudiar todas las reacciones, por lo que se han estudiado a partir de sistemas parciales más sencillos (Blanco-Alvarez, Reacciones de los componentes. Disolución de la sílice, s.f. b).

Las materias primas del vidrio común son: arena, que contiene dióxido de silicio o SiO_2 ; carbonato de sodio o Na_2CO_3 ; sulfato de sodio o Na_2SO_4 ; caliza, que se conforma de carbonato de calcio o CaCO_3 ; dolomía o dolomita, que se compone de carbonato de calcio y magnesio, o $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; feldespato, que es parte de un grupo de minerales de tipo aluminosilicatos, cuya fórmula química genérica es $[\text{K,Na,Ca,Ba,NH}_4](\text{Si,Al})_4\text{O}_8$; y carbón, que en algunas ocasiones puede contener trazos de azufre, oxígeno, nitrógeno o hidrógeno (Blanco-Alvarez, s.f. b; Rocas y Minerales, 2016). Como se puede ver, hay algunos elementos que no tomé en cuenta para crear los patrones observados en la ilustración 3: como el azufre (S) presente en el sulfato de sodio; el potasio (K), el bario (Ba), el hidrógeno (H) y el aluminio (Al), presentes en la fórmula genérica de los feldespatos. No usar dichos

elementos se debió, en el caso del azufre, a un descuido al leer el documento que especificaba las reacciones; ese error lo corregí durante la creación de las piezas, utilizando el amarillo característico del azufre y un patrón similar al del oxígeno, pues el azufre también tiene seis electrones de valencia. En el caso de los elementos presentes en los feldespatos fue porque no encontré una referencia a qué tipo de feldespato se utilizaba en el vidrio del tipo sódico-cálcico, además de que al revisar las reacciones químicas en el documento *Reacciones de los componentes. Disolución de la sílice* sólo se especificaba que, a una cierta temperatura (1100 °C) comenzaba la fusión del feldespato; al no saber qué elementos estaban presentes decidí omitirlos. Aunque encontré que se hace mención al hidrato de aluminio y al caolín cada uno como constituyente del feldespato (Phillips, 1941, pág. 37) tampoco se hace mención de que formen parte del vidrio sódico-cálcico.

La temperatura a la que el vidrio logra conformarse ronda entre los 1500 °C y los 1600 °C (Groover, 2007, pág. 248; Smith & Hashemi, 2006, pág. 627; Scholes, 1975, págs. 31, 46, 48). Además puede decirse que hay reacciones que suceden en tres rangos específicos de temperatura: de 20 °C a 740 °C, de 740 °C a 900 °C y de 900 °C a 1450 °C; a partir de los 1450 °C se considera que las materias primas se encuentran vitrificadas, por lo que se lleva a cabo una fase de afinado (Blanco-Alvarez, s.f. b). Lo anterior me resultó muy conveniente pues como buscaba representar el proceso de conformación del vidrio tenía en mente crear una serie que mostrara la narrativa de los pasos de dicho proceso; ahora sólo era cuestión de saber cuáles, de todas las reacciones químicas, iba a tomar de referencia.

Homologar los enlaces moleculares con los elementos de la pintura me permitió encontrar una respuesta plástica con la cual resolver mis inquietudes sobre la formación de la materia. También me permitió expandir mi lenguaje pictórico a través de esa respuesta. Es un poco complicado explicar esa respuesta pues se expresa en términos de pintura, a través del color, la línea y la textura. Resulta más sencillo explicar las decisiones que me permitieron generar una representación de la vitrificación, básicamente fueron tres:

1. Asociar los electrones de valencia con patrones de colores característicos de los elementos químicos.
2. Establecer una relación entre la saturación del color y la probabilidad de ubicación de los electrones de un átomo.
3. Asociar la textura con el nivel de vitrificación en el proceso, es decir, a la par que la materia prima se va convirtiendo en vidrio, más textura tendrá la pieza que represente esa(s) parte(s) del proceso.

Ya he comentado sobre las dos primeras decisiones, la tercera fue más fortuita: como quería encontrar una forma de usar veladuras en las piezas y como iban a ser elaboradas con pintura acrílica, experimenté con un par de materiales. Buscaba un medio que me proporcionara una transparencia en la pintura y que no mermara la tonalidad de los colores; experimenté con glicerina y con un par de medios específicos para pintura acrílica. En esa búsqueda de medios encontré dos materiales: la plastilina y el acrilato. La plastilina se usa principalmente en manualidades, me pareció interesante porque su integración con los colores acrílicos me permitió encontrar las características que buscaba (colores de saturación baja y de luminosidad media-alta) además me permitía generar texturas que no hubiera imaginado con el solo uso del acrílico. En el caso del acrilato, es un material que aún me genera interrogantes; en el lugar donde lo conseguí⁴ sólo especificaban que era un medio acrílico, su aspecto es similar al adhesivo vinílico conocido como Resistol 850; su consistencia es un poco más densa, cuando seca su aspecto es transparente y un poco brillante, su peculiaridad es que no se integra del todo con la pintura acrílica pues se pueden observar una suerte de partículas, que desconozco si sean del pigmento o del medio con el que fueron fabricados los acrílicos que usé. Me pareció interesante ese resultado porque me brindaba otro tipo de textura que sólo se observa si uno se acerca mucho a la pieza y cuya percepción depende de la incidencia de la luz.

Con todo esto aún siento que me faltó experimentar más, sobre todo usando pigmentos y no sólo pintura acrílica. Es sólo que muy a menudo me sucede que voy

⁴ Una tienda en línea: <https://store.verlich.com>

desarrollando una pieza y me voy alejando de la idea original; para mí era muy importante que este proyecto se centrara en la experimentación de la pintura, pero sobre todo en la búsqueda de una respuesta pictórica. Desde un principio me puse como límites el usar sólo pintura acrílica y un solo tipo de soporte pues creo que de haber hecho variantes de técnica y/o soporte me hubiera alejado de lo que buscaba porque cuando uno realiza una búsqueda artística basada solamente en los elementos propios de la pintura, las respuestas que uno encuentre saldrán sola y precisamente de dichos elementos y no buscaba sólo eso, eso es muy importante para mí, pero también lo es fundamentar mi trabajo en el conocimiento científico que la humanidad ha ido desarrollando; de ahí la necesidad entender lo mejor posible los temas 'químicos' del estudio del vidrio.

Teniendo esos elementos base quedaba escoger las reacciones químicas a representar, las cuales se describen a continuación, la información fue obtenida de: *Reacciones de los componentes. Disolución de la sílice* (Blanco-Alvarez, s.f. b), *Chemical Reactions Between Components in the Production of Glass-Forming Melt* (Guloyan, 2003) y *Thermal and chemical behavior of glass forming batches* (Verheijen, 2003)

Reacciones químicas:

- A 130 °C sucede la eliminación de la humedad en los componentes:
$$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{v})$$
- A 400 °C comienza a descomponerse la dolomita:
$$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 \rightleftharpoons \text{MgO} + \text{CO}_2\uparrow + \text{CaCO}_3$$
- A 600 °C la sosa y la caliza se combinan para formar el carbonato doble de sodio y calcio, que se funde a 813°C: $\text{CO}_3\text{Na}_2 + \text{CO}_3\text{Ca} \rightarrow (\text{CO}_3)_2 \text{CaNa}_2$.
También ocurre una reducción del sulfato por el carbón:
$$2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} + x\text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{S} \cdot x\text{SiO}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{S}$$
- A 785 °C se da la primera fusión en la mezcla carbonato sódico y la caliza; ésta última comienza a descomponerse: $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$
- A 760 °C se genera una reacción del eutéctico (mezcla de componentes con un punto de fusión) $2\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{Na}_2\text{CO}_3$. Inicialmente se crea: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$

- A 795 °C y a causa de la salida de CaO y SiO₂, se forma una combinación próxima a Na₂O.3CaO.6SiO₂ [Na₂O.3SiO₂+3CaO.SiO₂] (devitrita):

$$3[\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2]+10[\text{SiO}_2] \rightleftharpoons 2[\text{Na}_2\text{O}.2\text{SiO}_2]+[\text{Na}_2\text{O}.3\text{CaO}.6\text{SiO}_2] +6(\text{CO}_2)$$
. La cual reacciona con el disilicato:

$$\text{Na}_2\text{O}.3\text{CaO}.6\text{SiO}_2+\text{Na}_2\text{O}.2\text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{O}.2\text{CaO}.3\text{SiO}_2 + \text{fundido}$$
- A 827 °C nuevas entradas de Na₂O forman el Na₂O.CaO.3SiO₂, junto con Na₂O.2SiO₂:

$$2\text{Na}_2\text{O}.CaO.3\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O}.2\text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{O}.2\text{CaO}.3\text{SiO}_2 + \text{Residuo fundido}$$
.
 El carbonato de magnesio que proviene de la dolomita a se descompone: CO₃Mg ⇌ MgO + CO₂. La magnesia se combina con la sílice para formar un silicato de magnesio. MgO + SiO₂ → SiO₃Mg. Comienza una segunda fase líquida compuesta por: SiO₃Na₂, SiO₃Ca, SiO₃Mg y SO₄Na₂
- A 1045 °C se da la fusión congruente⁵ del Na₂O.3CaO.6SiO₂
- A 1141 °C se da la fusión incongruente⁶ del 2Na₂O.CaO.3SiO₂
- A 1284 °C se da la fusión congruente del Na₂O.2CaO.3SiO₂
- A 1450 °C ocurre la descomposición del sulfato por la sílice. El SO₄Na₂ se descompone solo a 1400 °C, pero los granos de sílice que han quedado sin disolver favorecen esta descomposición: SO₄Na₂ + SiO₂ → SiO₃Na₂ + 8SO₃
- Después de que suceden estas reacciones, queda un exceso de sílice que se incorpora mediante un mecanismo de difusión, esto es: la sílice se disuelve lentamente en el fundido de la materia prima.

Escoger las reacciones no fue tan complicado, sabía que quería un inicio y un fin en la serie; escogí la reducción de la humedad para la primera pieza y la difusión de la sílice para la última. A continuación, explico la elección de las reacciones químicas presentes en las diez piezas:

1. Humedad. Aunque en la documentación la reacción es H₂O(l) → H₂O(v), lo cierto es que la humedad se encuentra presente en la materia prima, por lo que usé el conjunto de patrones que establecí para cada elemento, sin añadir

⁵ En una fusión congruente, el compuesto da un líquido de la misma composición (Alarcón)

⁶ En una fusión incongruente, el compuesto da un líquido y un sólido de distinta composición (Alarcón)

un patrón para el hidrógeno de la molécula de agua, pues creí que, como era el inicio, era mejor tener una vista de los elementos después que hubieran perdido la humedad.

2. $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. La elegí porque esta reacción generaba otro compuesto que se fundiría a una temperatura más alta y cuya descomposición ($\text{MgO} + \text{CO}_2$) usaría en otra pieza.
3. $\text{CaO} + \text{CO}_2$. Porque es la primera fusión en la materia prima, además también se da la primera descomposición.
4. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$. Aquí se da la primera mezcla de componentes con el mismo punto de fusión.
5. $3[\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2] + 10[\text{SiO}_2]$. Se genera la devitrita, en otras palabras, una fase en donde los componentes comienzan a formar una estructura tipo cristal
6. $2[\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2] + [\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2] + 6(\text{CO}_2)$. A partir de este punto la devitrita comienza a transformarse, es decir, empieza a dejar de ser una estructura tipo cristal
7. $\text{MgO} + \text{CO}_2$. Porque con esta descomposición se crea un silicato que formará parte de una fase líquida.
8. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2$. Me pareció interesante que después de una fusión que diera como resultado un compuesto de la misma composición y luego otra fusión que daba un compuesto con diferente composición, viniera esta fusión que da un compuesto con la misma composición; eso me hizo imaginar cómo los átomos se arreglan primero de un modo que sea una estructura de tipo cristal y luego se arreglan de tal forma que se llega a una estructura vítrea, es decir, la peculiaridad de la estructura del estado vítreo se da en su arreglo amorfo, pues si bien la sílice, que es el compuesto base del vidrio, tiene la posibilidad de crear arreglos ordenados o de tipo cristal, en la vitrificación el proceso es tal que se impide la creación de esa estructura ordenada, por eso el arreglo de los átomos es de tipo amorfo.
9. $\text{SiO}_3\text{Na}_2 + 8\text{SO}_3$. Porque los granos de sílice que aún no se incorporan permiten la descomposición de los enlaces en los que participa el azufre (el sulfato)

10. Difusión. Consideré conveniente terminar la serie con una pieza que no mostrara al vidrio como tal, sino que mostrara su último proceso, en el cual la sílice que sobra se va disolviendo lentamente en el compuesto fundido.

El listado anterior responde a la necesidad de resolver mis inquietudes a través de series: considero que uno puede encontrar cosas interesantes cuando desmenuza un problema y categoriza sus partes. Para este proyecto, resolver el proceso de conformación del vidrio mediante una secuencia de pasos era, de cierta forma, una respuesta obvia; también me cruzó por la mente crear una pieza de gran formato que englobara todo el proceso y mostrara una interpretación distinta a la que tenemos del vidrio. El caso es que, el vidrio como material, era una suerte de pretexto para despejar mis inquietudes sobre la formación de la materia, pero realidad buscaba establecer un punto referencial en el desarrollo de mi lenguaje pictórico, cuestión que no consideré conveniente resolver en una sola pieza.

La obra pictórica

He comentado aspectos más o menos técnicos en la obra, pero me ha faltado incluir una gran influencia en la realización de las piezas: el rayonismo. A pesar de que a dicho movimiento se le brinden breves párrafos en los libros de historia del arte o en los que hacen alusión a las vanguardias artísticas (Block, 1987, pág. 222; Moreno, 2006, pág. 12; García-Fabela, 2015, pág. 40), para mí ha resultado algo digno de mencionar pues la forma en la que estructuran sus ideas artísticas me generó admiración. Para ser más específico, el lugar que le otorgan al desarrollo científico en cuanto a la percepción y posterior representación de objetos en una pieza es algo con lo que concuerdo: cuando mencionan que “Existen fenómenos cuya verdadera identidad sólo nos permite conocer la ciencia, aun cuando nuestros sentidos no nos permiten percibirlos de esa manera” (Larionov, 2009, pág. 13). Me di cuenta de que esto se asociaba claramente con el hecho de que nuestra percepción visual depende de la construcción fisiológica del ojo y no solo eso, la forma en la que resuelven la representación de un cierto objeto, basada en el conocimiento de que la luz es la que nos permite percibirlos visualmente, esto es “[...] el objeto en tanto que tal, no lo ven nuestros ojos. Nosotros percibimos una suma de rayos que parten de una fuente de luz, que son reflejados por el objeto y que caen en nuestro campo de visión” (Larionov, 2009, pág. 13). Fue algo que me resultó inspirador y que me motivó a seguir desarrollando un método de trabajo y un lenguaje pictórico propio, pues desde que inicié mi formación académica mis piezas estuvieron influenciadas por el conocimiento científico, por mencionar algunas: *Construcción*, es una serie de fotografías basadas en la forma en que construimos la percepción de la figura humana a través de la luz; *Satélites*, una serie de ilustraciones basadas en las órbitas de los cuatro satélites más conocidos de Júpiter; la ya mencionada serie *Estados de la materia*; e *Hidrometeoros*, una serie de acuarelas en donde busco generar una reinterpretación de las nubes a través de las partículas que las conforman.

De los ejemplos anteriores se puede notar que mi creación artística se basa fuertemente en la producción de series, he mencionado anteriormente este motivo. Con ellas he podido establecer un método de trabajo, el cual inicia con un análisis de mis inquietudes como ser humano y termina precisamente con la creación de una serie que establece una narrativa, ya sea de la inquietud inicial o de alguna(s) reflexión(es) que pudiera encontrar en dicho análisis, el cual es realizado a través del conocimiento científico.

De manera general, mi método de trabajo se da como sigue:

1. Ubicar una inquietud personal. En este caso, la formación de la materia, específicamente cómo puede o podría verse un enlace molecular.
2. Investigar qué disciplina científica podría satisfacer mis dudas. Es claro que la química es la ganadora en explicar la formación de la materia.
3. Hacerme la siguiente pregunta: de la forma en la que se pueden explicar mis dudas ¿cuáles son los elementos básicos que la responden? Y más aún ¿Cómo puedo asociar esos elementos básicos con aspectos formales de la pintura? Particularmente con la línea y el color.
4. Generar bocetos y realizar ajustes.
5. Crear las piezas.

Es un método bastante simple pero que involucra una cierta inversión de tiempo investigando. Al inicio de este proyecto lo único que buscaba era saber cómo se podían ver los enlaces, pero esta duda me generó una más profunda pues cuando supe la teoría me di cuenta de que mi percepción de la realidad cambió; ahora es muy común que cuando observo un objeto me pregunto ¿cómo se podrían ver sus enlaces? Entonces cuando veo un camión que echa humo, por ejemplo, lo que me pregunto es ¿cómo podría pintarlo? ¿cómo podría pintar todos los elementos que contiene el humo?

Me gustaría decir que este proyecto se desarrolló en línea recta porque eso era lo que yo buscaba. Ya tenía al estado sólido como punto de partida para explicarme cómo se formaban los enlaces, pero lejos de eso tuve que ir en una

especie de zigzag, pasando de materiales hasta llegar al vidrio y terminar con esa duda de cómo representar lo que ahora percibo en mi día a día.

Hablando específicamente de este proyecto, una vez concluido el punto 3 de mi método de trabajo, esto es: haber generado un patrón para los electrones, establecer asociaciones entre la saturación del tono y la probabilidad de ubicación del electrón, además de la combinación de líneas como referentes en el trazo del pincel; seguía generar los bocetos, estos se hicieron pensando en la posibilidad de saturar el espacio pictórico con todos los patrones de las moléculas generadas en las reacciones. Lo decidí así porque a pesar de tener los patrones de línea y color, utilizar una molécula representativa me resultaba extraño pues una sola molécula no forma a un material como tal, lo que lo forma es un conjunto de ellas. Creí que si existen varios espacios de probabilidad en cada electrón de cada átomo presente en cada molécula el espacio pictórico debería estar saturado de electrones; además, siendo que la idea inicial era mostrar una serie que representara etapas de un proceso decidí que el espacio pictórico debería tener un formato uniforme y regular pues consideré que encuadrar una pieza iba a generar que se percibiera como un punto bien específico del proceso, cosa que era exactamente lo que buscaba. Los bocetos los realicé en la técnica de la acuarela, para mostrar las intersecciones en los espacios de probabilidad tuve la idea de utilizar veladuras en las piezas finales, así que me pareció una opción adecuada.

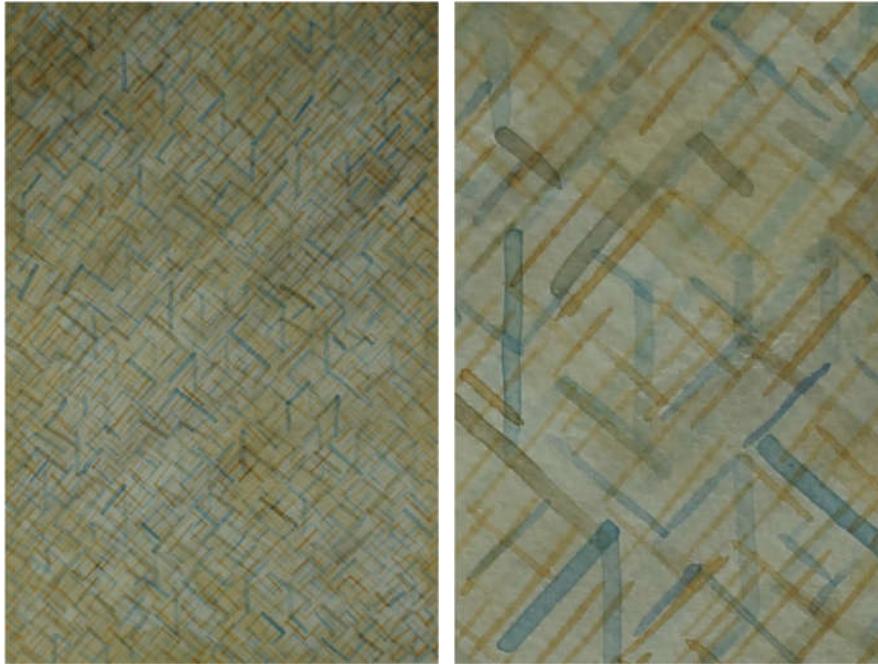


Ilustración 5. Boceto #8 y detalle

Al terminar los bocetos encontré dos cosas interesantes, una que ya mencioné: asociar la combinación de líneas con la dirección del trazo, es decir, cada átomo tiene un cierto número de secuencias de líneas en su patrón que pueden ser pintadas con diferentes trazos. De forma específica, para cada átomo, los trazos los establecí como sigue:

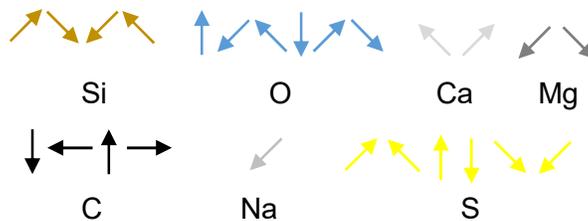


Ilustración 6. Dirección del trazo

Debo aclarar que entiendo como dirección del trazo la forma en la que se ejecuta o se aplica la pintura en el soporte, esto es, para el caso del silicio, que existen cuatro formas de aplicar las distintas saturaciones y tonos que lo representan: de izquierda a derecha, de abajo hacia arriba en un ángulo de 45°; de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo en ángulo de 45°, de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo en ángulo de 45° y de derecha a izquierda, de abajo hacia

arriba en ángulo de 45°; así para cada elemento. Puede parecer complicada esta configuración, pero fue de gran ayuda al iniciar cada pieza, esto a pesar de que una vez finalizada no pueda distinguirse del todo la dirección en que fue aplicada la pintura en la pieza.

La otra idea que surgió de los bocetos fue la de utilizar distintos grosores en los pinceles. Me di cuenta que conforme se va saturando la pieza uno encuentra espacios en común entre los distintos patrones, espacios que asemejan a cada enlace y como ellos forman moléculas cuyo conjunto genera un determinado estado de la materia, me pareció que conforme iba construyendo cada pieza, variar el espacio que ocupa el color aplicado podría simular esos espacios en común y por ende las moléculas que se van formando, es decir, encontré una forma en la que cuando se va construyendo la pieza también se construye la parte del proceso que representa. Esta idea en su momento me pareció muy interesante porque era como si en verdad estuviera logrando mi cometido: saber cómo podrían verse los enlaces moleculares. Resultó que en la práctica no fue tan así. Más allá de ubicar los espacios en común y referenciarlos mediante un trazo más grueso o amplio, la variación en el grosor se dio de manera experimental e intuitiva; cuestión que no merma para nada la idea con la que se inició, más bien enriqueció mi producción. Como se puede observar en mi método de trabajo, antes de generar cualquier pieza hay una gran planeación que no deja mucho espacio para la experimentación, pero que tuve a bien desarrollar con este proyecto pues mi lenguaje pictórico, si bien es rico en cuestiones formales como línea y color, carece de la intuición que un artista plástico va desarrollando a través del tiempo.

Sobre la obra pictórica queda hablar de dos cuestiones: el soporte y el color. En cuanto al soporte, decidí utilizar paneles de fibracel de 6 mm entelados con tela de manta pues me agrada la combinación entre la leve rigidez del fibracel y la también leve textura de la manta; además, el mínimo grosor me permitió enmarcarlos con fajillas de madera cuyas dimensiones no demandan atención, dando con ello una impresión muy sobria a cada pieza; para mí esto era muy importante porque buscaba uniformidad en las piezas, esto para ayudar con la

narrativa del proceso. Como imprimatura puse ocho capas de gesso a cada fibracel entelado, cada una aplicada de manera perpendicular a la anterior.

La cuestión del color es algo de lo que ya he hablado, pero que me parece conveniente extender un poco: más allá de haber escogido los colores característicos de cada átomo, cuando iba a empezar a pintar hice un plan que asociaba el nivel de saturación de los colores con el número de pieza en donde los iba a aplicar; consideré que en la conformación del vidrio ocurría un punto referencial: la formación de la devitrita, con una estructura tipo cristal que eventualmente se transforma dando paso a una estructura amorfa. Pensé que ese punto podría ser el de mayor saturación de la serie. Entonces la serie iría de menor saturación a mayor y luego a menor de nuevo, tal como se muestra en la ilustración 7; de igual forma se muestra el uso de textura para representar el nivel de vitrificación en el proceso. Cabe señalar que el gráfico es meramente representativo y no contiene datos ni información real, sólo lo usé como referencia para pintar. En el eje de las abscisas se muestra el número de pieza en la serie; en el eje de las ordenadas se muestra el 'nivel' de textura o saturación de una pieza, esto en una escala del cero al diez. Como se puede observar, no estaba en mis planes generar piezas con una gran cantidad de textura ni con saturaciones máximas. La realidad fue otra: a medida que fui pintando me di cuenta que podía variar no sólo la saturación de un tono en particular sino que podía jugar con una variación en el tono del marrón: asumiendo que los colores pigmento primarios son el azul, el rojo y el amarillo; a diferencia del blanco o el azul, que no surgen de la mezcla de ningún otro, un marrón se puede lograr de diferentes formas: azul y naranja, rojo y verde, amarillo y violeta, amarillo, rojo y negro; esto sin tomar en cuenta las posibles variaciones en los tonos de grises usados para el sodio o al magnesio, o que el negro del carbón en teoría puede crearse a partir de la mezcla de los tres primarios. Esto me sirvió sólo para darme una idea de cómo podía generar variaciones en los tonos, pues en realidad las variaciones también las hice de manera intuitiva.

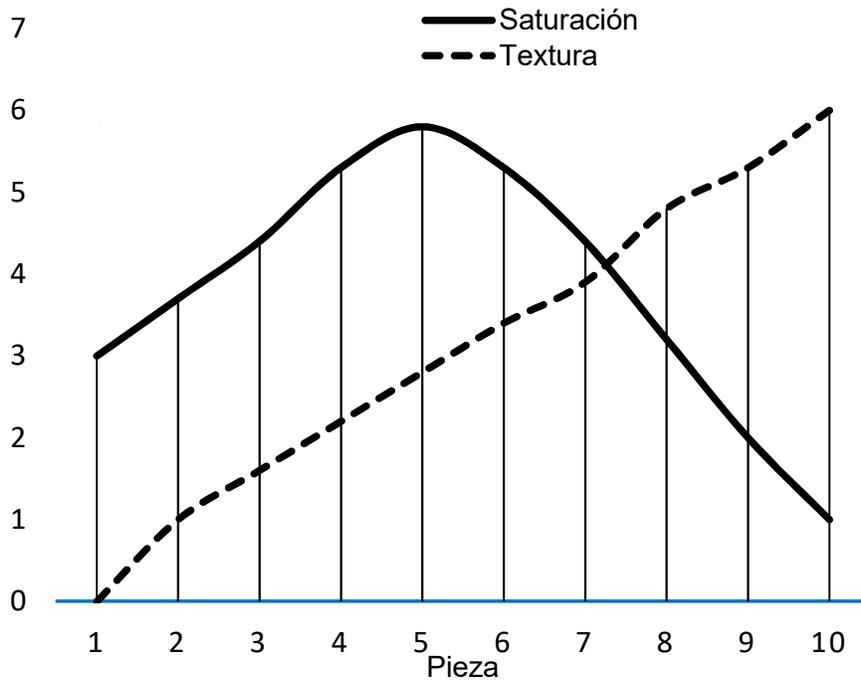


Ilustración 7. Gráfico de saturación y textura

Análisis de la obra

Al iniciar la serie me topé con un inconveniente: ya que tuve los patrones, los colores, la forma de aplicarlos en el soporte, etc., me surgió la duda de qué tanto de cada átomo plasmar, es decir ¿cuánto color de cada átomo debería poner en la superficie pictórica? De manera completamente afortunada di con una herramienta web (Calculadora de masa molar, peso molecular y composición elemental, s.f.)⁷ en la que, introduciendo la fórmula química de una sustancia, calcula su composición y muestra los resultados en términos porcentuales; eso me resultó muy conveniente pues yo no tenía que hacer ningún cálculo, bastaba con escribir cada fórmula química y la herramienta me mostraba un gráfico de cada composición que escribía, los cuales planeaba utilizar como referencia para cada pieza; digo planeaba porque si bien sí iniciaba con ese plan, había un punto en donde me encontraba de frente con la pieza y normalmente olvidaba los porcentajes de la composición, entonces volvía a utilizar mi intuición para seguir pintado.

Pieza 1. Humedad

De cierto modo esta pieza fue usada como prueba para saber cómo podría pintar y qué resultados podría obtener. Sabiendo que quería utilizar una vista de todos los elementos que forman al vidrio una vez que hubieran perdido la humedad, apliqué los colores con la intención de encontrar una paleta de tonos que me resultara atractiva. Si bien ya sabía qué tanta saturación quería en las piezas, decir por ejemplo que el color del oxígeno es azul, no significa mucho al momento de pintar. Saber los colores característicos sí me sirvió como referente, pero hay una gran cantidad de gamas que podría usar y una parte importante del proyecto era encontrar tonos que me resultaran atractivos y que me sirvieran para establecer la narrativa del proceso.

⁷ Para saber más sobre estos conceptos, conviene consultar libros de química básica como *Fundamentos de química* de Raymond Chang, específicamente las páginas 53-56

Aquí pensé que podría sacar un registro de cada paso en el proceso de creación de cada pieza, fue la única en la que más o menos cumplí ese cometido. Ubiqué un mi cámara en un tripié de tal forma que sólo bastaba encenderla y sacar el registro al finalizar cada paso, el cual consistía en aplicar la pintura del tono correspondiente de cada átomo. En teoría suena bien, pero a medida que fue evolucionando la serie también se me fue olvidando sacar registro pues me fui involucrando cada vez más con la obra. En la sección 'Catálogo' la ilustración 8 muestra varios pasos en la creación de esta pieza.

Inicié la pieza con variaciones en el grosor de la línea y del color, buscaba encontrar un grosor que me pareciera adecuado para cada patrón de electrones, es decir, que en la representación de los átomos no hubiera uno que fuera predominante. Imaginaba que la materia prima estaba mezclada en el momento en que la humedad desaparecía, por eso decidí no prestarle atención a qué tanto de cada átomo estaba presente en la mezcla pues me resultaba más importante representar la mezcla inicial que los componentes de ella. Las variaciones mencionadas fueron cambiando conforme se fue creando la pieza: busqué generar una base a partir de la cual se surgieran los distintos tipos, tanto de grosor de línea como de saturación de color; esto lo repetí hasta que pude encontrar lo que buscaba. Hice varias iteraciones de base y variación hasta que encontré un aspecto que me fuera satisfactorio. Al final resultó que usar un solo grosor de línea no me parecía la mejor opción pues pensé en la forma en la que los electrones de un átomo podrían interactuar con los otros electrones de otro átomo y consideré que, si bien la representación de un enlace molecular se hace de manera bidimensional, lo cierto es que no es así, entonces me pareció buena idea utilizar el conjunto de las variaciones en el grosor de la línea y en la saturación del color para darle a las piezas cierta profundidad.

Pieza 2. $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$

He hablado sobre el hecho de establecer una narrativa en la serie, primero porque es claro que la vitrificación es un proceso que involucra una secuencia de pasos y que mi intención era la de representarlos; y segundo, por mi inclinación a

realizar series que resuelvan mis dudas. En ese sentido, esta pintura fue la que me dio realmente la pauta para el uso de una gama de colores específica en cada pieza, la cual me permitió poder generar una secuencia estable y por ende establecer una narrativa.

La elección de la fórmula química presente en esta pintura se dio porque el resultado de la reacción de dicha fórmula se fundiría a una temperatura mayor, por lo que pensé en tomar estas reacciones como un segundo punto de partida para unificar la serie; de esta forma podía representar los mismos elementos químicos a distintas temperaturas y en distintos estados y sobre todo en distintas saturaciones. Esa fue la idea inicial al comenzar la pieza, pero cuando fui pintando me llegó una gran duda: claro que en el proceso de vitrificación hay reacciones representativas y que era mi decisión tomarlas como referencia para la serie, pero ¿qué pasa con los elementos que no se muestran en dichas reacciones? Es decir, no me parece que desaparezcan del proceso, siguen ahí sólo que no sufren de alguna reacción representativa pero definitivamente se encuentran presentes. Por esa razón decidí incluir todos los elementos que conforman al vidrio, lo cual se dio de la siguiente forma: inicié cada pieza guiándome del gráfico porcentual que me daba la herramienta web que mencioné líneas atrás, después aplicaba los elementos no presentes en la reacción representativa y terminaba la pieza con los que iniciaba; era una forma de integrar o encapsular los elementos no presentes en la reacción con los que sí lo estaban.

Pieza 3. $\text{CaO} + \text{CO}_2$

Al hacer esta pieza me di cuenta del potencial de la textura. He comentado que hice una asociación entre la cantidad de textura en una pieza y el nivel de vitrificación que representa, así que en la pieza 2 empecé a aplicar un poco de textura, en una cantidad en la que casi no es perceptible. Me pareció que podía intentar empezar esta pieza con una base de textura pues como la sustancia que representa en el proceso es una fusión que se descompone, creí que sería bueno hacer una alusión a que de la transformación de los materiales en el proceso surge el vidrio.

Esa idea de aplicar una base de textura predominó en las piezas siguientes, dejando a un lado la idea inicial de aplicar más textura conforme avanza el proceso; esto porque reconsideré mi postura frente a la obra: es cierto que en la narrativa de la serie establecer un referente del proceso era una buena idea, pero uno de los objetivos de este proyecto era el de seguir desarrollando mi lenguaje pictórico: el cual se ha basado en asociaciones y planes que ahora decidí no seguir del todo pues hubo un punto entre aplicar el trazo en tal dirección y medir el nivel de textura, en donde sentí que si seguía por ese camino no podría avanzar como pintor. Más allá de saber la teoría de cómo usar los elementos propios de la pintura, creo que experimentar y concluir cosas por uno mismo es algo esencial para ser un pintor, así que fue muy frecuente en este proyecto haber dejado de lado algunas ideas con las que inicié, dándole espacio al propio ejercicio de la pintura.

Pieza 4. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$

En esta pieza fue donde empecé a generar variaciones en los tonos de manera explícita. Como la reacción representaba una mezcla de componentes con el mismo punto de fusión, me pareció que debía ser consciente de las posibles variaciones en el tono del color de cada átomo, principalmente el tono marrón que representa al silicio pues era el que me daba más juego para experimentar. Apliqué varias mezclas: usando como bases el siena natural (36) y el siena tostada (38), hice varias combinaciones con blanco vivo (41), negro de marte (26), rojo cadmio (33), amarillo azo claro (13) y azul ultramar oscuro (15)⁸. En torno a estas combinaciones fui generando variantes en los tonos.

Aunque no usé todas las variantes precisamente en esta pieza, sí me sirvieron para darme una idea de cómo podría usarlas en las siguientes. Lo que descubrí al finalizar la pieza es que de manera inconsciente había utilizado distintas longitudes en el trazo del pincel, lo venía haciendo desde la primera; esto me dio qué pensar y concluí que no debería usar todos los patrones en los átomos de las

⁸ Los colores acrílicos que utilicé son de la marca pēbēo, específicamente su línea *studio acrylics* la carta de colores con su respectiva numeración se puede encontrar en: <http://es.pebeo.com/Bellas-Artes/Acrilico/Studio-Acrylics>

moléculas pues si bien los electrones son lo que permiten los enlaces, en realidad no todos los electrones de los átomos se enlazan; así que decidí dejar de saturar el espacio pictórico con tantas líneas y tuve la idea de utilizar espacios de texturas en las siguientes piezas.

Pieza 5. $3[\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2] + 10[\text{SiO}_2]$

A pesar de mi decisión anterior para utilizar espacios de texturas en lugar de tantas líneas, consideré que como en este punto se empezaba a formar una estructura tipo cristal y como inicialmente había pensado que la textura respondía al nivel de vitrificación, sería conveniente seguir usando una base de textura cubierta de veladuras. Así podría establecer un punto de referencia entre la primera parte del proceso de vitrificación, la cual lleva a que se genere una estructura tipo cristal y la siguiente pieza, en donde se representa la forma en la que se pierde dicha estructura y se empieza a formar la estructura amorfa que caracteriza al vidrio.

Al igual que en la pieza anterior utilicé varias mezclas, sólo que en este caso descubrí que usar el gris de payne (40) con plastilita me brindaba una base estable para generar otro tipo de variaciones; con esta idea en mente también usé de base el azul ultramar oscuro con la plastilita, lo mismo que el siena natural. Usar plastilita era algo que ya había hecho pues con ella estuve haciendo las texturas, es solo que la aplicaba sólo con un color; en esta pieza empecé a generar, de manera consiente, tonos que resultaban de la mezcla de varias bases de plastilita.

Pieza 6. $2[\text{Na}_2\text{O}.2\text{SiO}_2] + [\text{Na}_2\text{O}.3\text{CaO}.6\text{SiO}_2] + 6(\text{CO}_2)$

A partir de este punto dejé de utilizar tanto el pincel y me centré en el uso de la espátula. Como ya había decidido usar espacios de textura en lugar de líneas empecé a generar los patrones con espátula, esto me ayudó a pensar de manera simultánea entre la obra y el proceso de vitrificación. A pesar de que fui sacando ideas con las piezas anteriores, en este punto fue cuando dejé de ver la obra en función de la vitrificación y me adentré más en el proceso de pintar, en generar un diálogo con la pieza y en guiarme más por la intuición, pero sin dejar a un lado las características básicas de tono y línea que ya había logrado.

Pieza 7. $\text{MgO} + \text{CO}_2$

Llegado este punto, intenté lograr transparencias con la textura de la plastilita. Ya que había decidido usar menos el pincel y que el uso de las veladuras era algo que tenía pensado desde el inicio, decidí que podría intentar generar veladuras con la plastilita pues si bien el aspecto que tiene es más blanco que transparente, me di cuenta de que si lo aplicaba de manera suave sobre el lienzo podía lograr que se viera algo del tono inferior.

Otro aspecto interesante de esta pieza es que al tratar de lograr texturas que pudieran similar a veladuras recordé que el acrilato podría ayudarme un poco. No lo había usado pues el aspecto que adquiere cuando seca no me dejaba del todo satisfecho pues no era mi intención hacer piezas que tuvieran un aspecto brillante.

Pieza 8. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2$

Esta fue una de las piezas más complicadas de lograr porque traté de aplicar todas las ideas que me fueron surgiendo a lo largo de la serie. Como la reacción que seleccioné para esta pieza proviene de una serie de fusiones en las que se modifica la composición del compuesto, pensé que podría integrar en ella lo que había aprendido, esto con la finalidad de tratar de encontrar algo más en la pintura. Al final resultó complicado pues no quería desviarme de la uniformidad de la serie, es decir, no quería que tuviera un aspecto diferente a las demás piezas; tuve dificultad en encontrar algo nuevo sin dejar a un lado tanto las ideas iniciales que se mantuvieron como las que se fueron modificando.

De manera plástica no logré algo más, pero se me ocurrió utilizar patrones para cada elemento químico, extender las ideas de este proyecto y generar patrones para cada elemento químico y así tener la posibilidad de plasmar lo que observo, en relación con su composición molecular, pero a través de la pintura.

Pieza 9. $\text{SiO}_3\text{Na}_2 + 8\text{SO}_3$

En esta pieza corregí el error que tuve al realizar los patrones. Como ya había comentado, al revisar la documentación sobre las reacciones que ocurren durante la vitrificación cometí el error de leer mal y no dar cuenta de la presencia del

azufre en el proceso; aunque me di cuenta antes de empezar la serie y sí pude meter el color a través de mezclas, en esta pieza tuve la oportunidad de explorar las distintas tonalidades que me brindaba el amarillo azo claro que había escogido, sobre todo las mezclas que pude hacer con el rojo cadmio y el siena tostada. Además de las otras mezclas que salieron de las anteriores con el gris de payne y con el negro de marte.

Como la reacción representaba un punto en el que la sílice que aún no se incorporaba a la mezcla ayudaba a la descomposición de los enlaces en los que se encuentra el azufre, consideré darle preferencia al uso sólo del amarillo azo claro más que a las mezclas que pudiera obtener a partir de él; como el azufre se pierde en la reacción creí que era mejor aplicar unos pequeños toques de amarillo, tanto al inicio como al final de la pieza.

Pieza 10. Difusión

Esta pieza es la que considero mejor lograda. Como lo que trataba de representar era la última parte del proceso, cuando la sílice que sobra se empieza a disolver en el compuesto fundido, decidí que era importante integrar el color de la sílice tanto en medio de pieza como en la parte superior. Al ir pintando las distintas capas me pareció buena idea empezar la pieza como lo había venido haciendo, con una base de textura, pero conforme iba avanzando la pintura también iba introduciendo los patrones de la sílice en distintas tonalidades, esto con el afán de plasmar esa idea de que la sílice se va integrando en el compuesto. A medida que iba avanzando también iba poniendo más tonalidades de marrón, sobre todo tonalidades de muy baja saturación y gran luminosidad, marrones casi grises y casi blancos.

Al terminar esta pieza me sentí muy satisfecho porque cuando las vi todas juntas me di cuenta de que había logrado mi cometido de crear una cierta narrativa entre ellas. Es claro que si todas partían de los mismos aspectos básicos, en cuanto a patrones y colores, inevitablemente se iban a parecer; pero hay una gran diferencia entre que tengan parecido a que de hecho se vea un desarrollo entre ellas, tanto en el uso de los materiales como en el proceso de vitrificación que quería

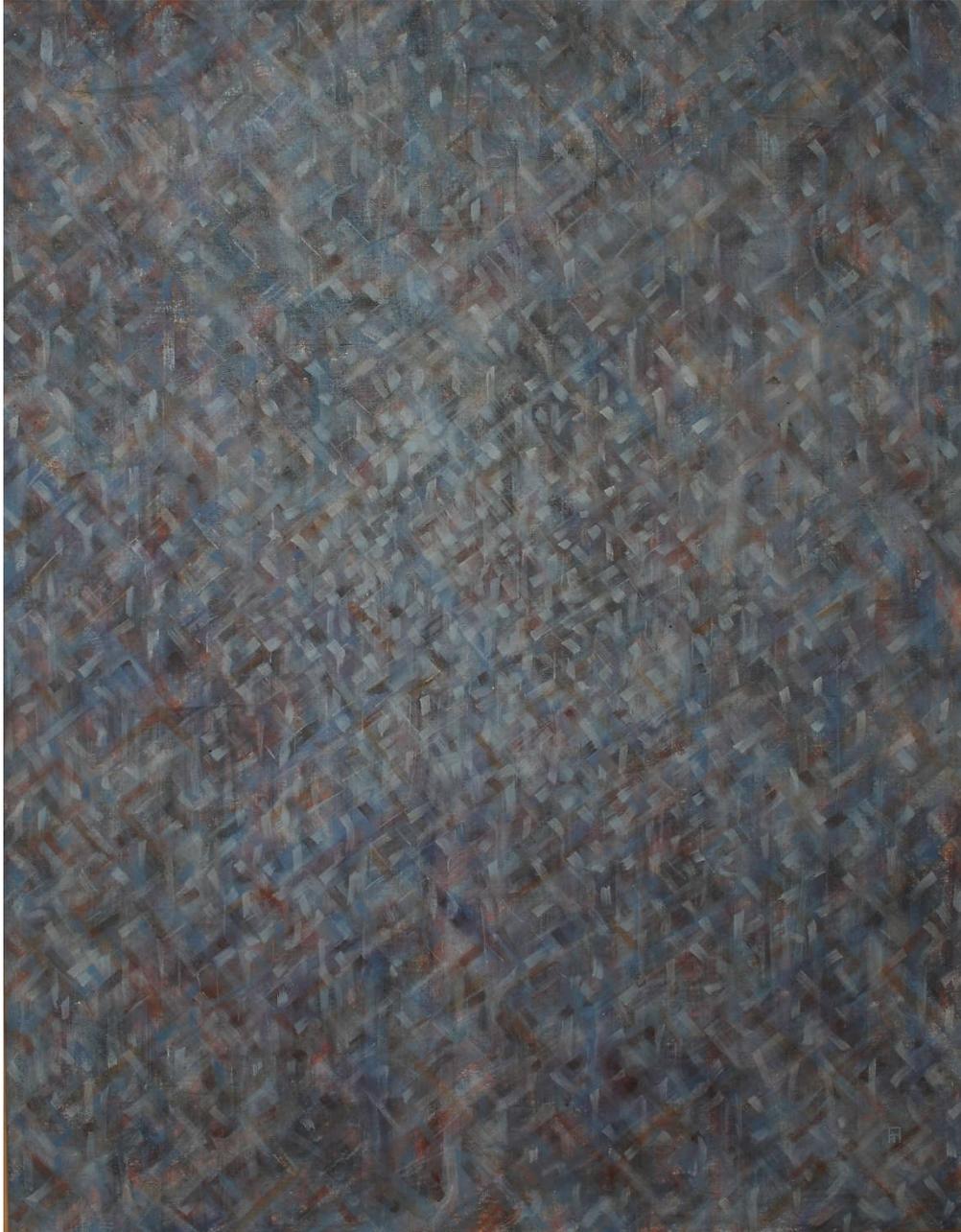
plasmar. Más allá de que se conozcan o no los detalles de cada decisión tomada en cada pieza, me parece que sí he podido generar un discurso pictórico, esto es, que cada pieza responde tanto a sí misma como a la serie a la que pertenece. Claro que esto último está en la opinión de quien observe las piezas.

Conclusiones

Fue muy satisfactorio realizar este proyecto pues inició sólo como una búsqueda para saber cómo podría verse un enlace molecular y terminó por brindarme una visión diferente en la percepción de mi vida cotidiana. Quizá en el fondo ese era uno de los motivos iniciales pues ya tenía una idea de cómo resolver esa duda, pero no tenía forma de prever las ideas que me surgieron mientras pintaba. Quería que la pintura me ayudara a responderme esa pregunta y que al respondérmela obtuviera herramientas que ayudarían a mi crecimiento como artista.

Hubo dos cosas importantes que obtuve: la primera fue que, si bien la forma en la que percibimos nuestra realidad física está determinada por nuestra construcción fisiológica como seres humanos, la manera en la que la interpretamos depende de nuestro contexto, de lo que sabemos y hemos aprendido en nuestra vida. Como artista plástico y en especial como pintor, no basta con tener un dominio teórico de las herramientas que usamos, es más importante generar un diálogo con nuestras piezas a través de lo que percibimos pues creo que ahí reside nuestro crecimiento profesional. La segunda cuestión tiene que ver con mi afinidad con el rayonismo, me di cuenta de que ese movimiento, por más corto que fuera, me parecía atractivo porque mis inquietudes son bastante similares a sus ideas. Tengo entendido que ellos pensaban que un objeto no tenía ningún rol en la pieza, lo importante era lo que ellos percibían del objeto, es decir, los rayos que les permitían percibir el objeto; de ahí que en el rayonismo realista el rol del objeto es el de servir como punto de partida para ubicar los rayos de luz. En ese sentido yo busco que el objeto me sirva como referente para estructurar su composición molecular y así poder plasmar el trasfondo de lo que percibimos cotidianamente.

Catálogo



Pieza 1: *Humedad*

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 2. $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 3. $\text{CaO}+\text{CO}_2$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 4. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 5. $3[\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2]+10[\text{SiO}_2]$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 6. $2[Na_2O.2SiO_2] + [Na_2O.3CaO.6SiO_2] + 6(CO_2)$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 7. *MgO + CO₂*

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 8. $Na_2O \cdot 2CaO \cdot 3SiO_2$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 9. $\text{SiO}_3\text{Na}_2 + 8\text{SO}_3$

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Pieza 10. *Difusión*

Acrílico sobre fibracel entelado

80 x 60 cm



Ilustración 8. Registro de la pieza 1

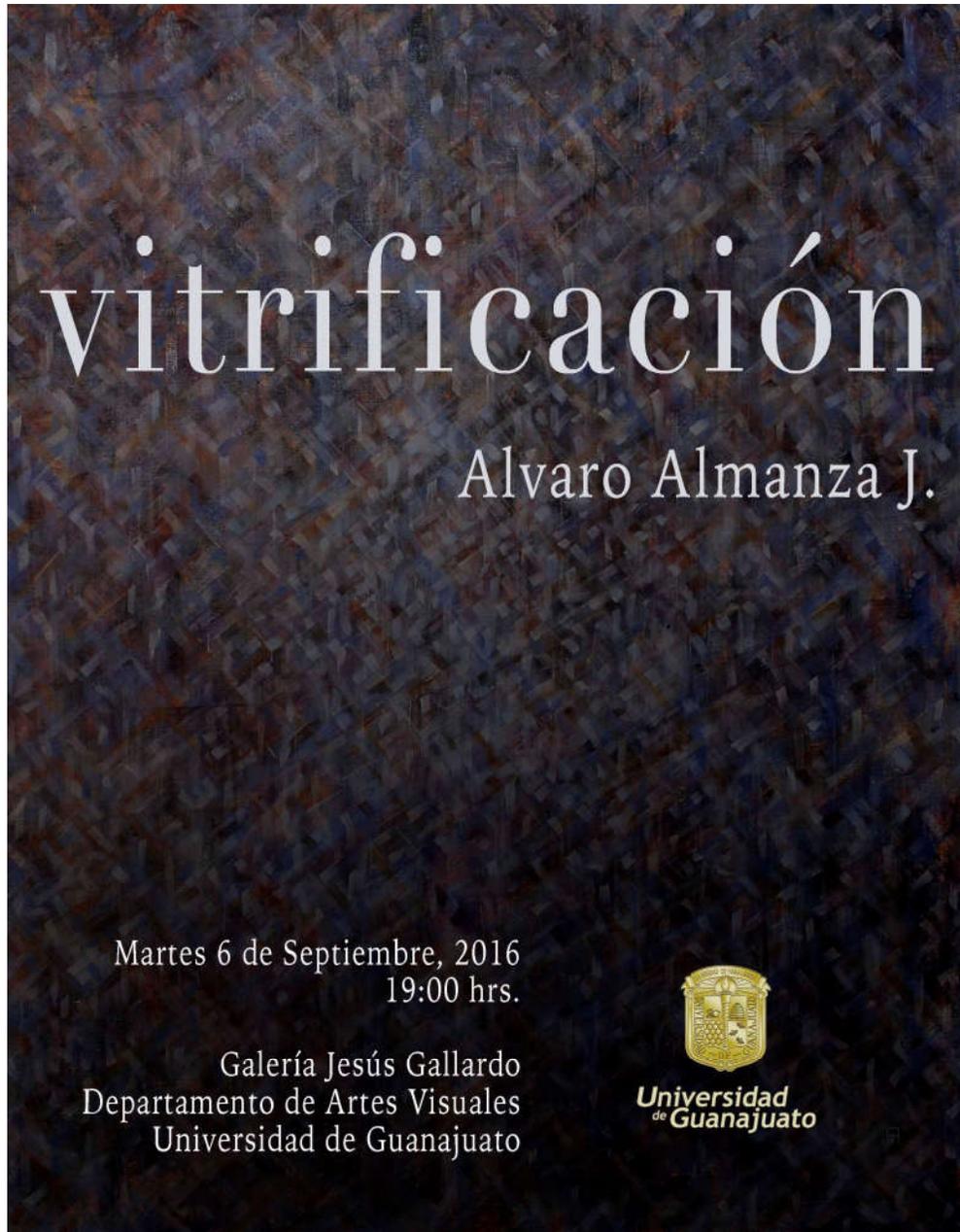
Bibliografía

- Alarcón, J. (s.f.). *Química de Materiales Cerámicos*. Recuperado el 22 de abril de 2017, de Tema 6. Diagramas de fase en materiales cerámicos:
<https://www.uv.es/uimcv/Castellano/ModuloMatCeramicos/Unidad%206.pdf>
- Albers, J. (2013). *Interaction of Color: 50th Anniversary Edition* (Cuarta ed.). Yale University Press.
- Blanco-Alvarez, F. (s.f. a). Introducción. Usos. Historia. Clasificación. Recuperado el 22 de abril de 2017, de
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema5.VIDRIO.pdf>
- Blanco-Alvarez, F. (s.f. b). Reacciones de los componentes. Disolución de la sílice. Recuperado el 22 de abril de 2017, de
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion12.VIDRIO.ReaccionesComponentes.DisolucionSilice.pdf>
- Block, C. (1987). *Historia del arte abstracto (1900-1960)*. (B. Sánchez, Trad.) Madrid: Ediciones Cátedra.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. (2004). *Química. La ciencia central* (novena ed.). México: Pearson Educación.
- Calculadora de masa molar, peso molecular y composición elemental*. (s.f.). Recuperado el 24 de abril de 2017, de Es.webqc.org:
<http://es.webqc.org/mmcalc.php>
- Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Doremus, R. H. (1973). *Glass science*. New York: John Wiley.
- Elementos*. (s.f.). Recuperado el 20 de febrero de 2017, de Elementos de la tabla periódica y sus propiedades: <http://elementos.org.es/>
- Encyclopædia Britannica, Inc. (s.f.). *Glass*. Recuperado el 22 de abril de 2017, de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/technology/glass>
- Fine, G. J. (septiembre de 1991). Glass and glassmaking. (G. B. Kauffman, Ed.) *Journal of chemical education*, 68(9), 765-768. doi:10.1021/ed068p765
- Galashev, A. E. (enero de 1996). Vitrification and structural differences between metal glass, quasicrystal, and Frank-Kasper phases. *Journal of Structural Chemistry*, 37(1), 120-136. doi:10.1007/BF02578579
- Gánem, E., & Aranda, M. d. (11 de septiembre de 2012). Sombras de átomos. Primeras galaxias. *El Explicador*. Recuperado el 05 de febrero de 2017, de http://mx.ivoox.com/es/el-explicador-2012-07-11-sombras-atomos-audios-mp3_rf_1331894_1.html

- Gánem, E., & Aranda, M. (s.f.). *El explicador*. Recuperado el 06 de septiembre de 2017, de Audio: <http://www.elexplicador.net/audio/>
- García-Fabela, J. L. (2015). *Desarrollo teórico y composicional de la pintura abstracta*. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (Tercera ed.). México: McGraw-Hill España.
- Guloyan, Y. A. (julio de 2003). Chemical Reactions Between Components in the Production of Glass-Forming Melt. *Glass and Ceramics*, 60(7), 233-235. doi:10.1023/A:1027395310680
- Hazard, A. (13 de noviembre de 2016). *Wikimedia Commons*. Recuperado el 05 de septiembre de 2017, de File:14 silicon (Si) Bohr model.png: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:14_silicon_\(Si\)_Bohr_model.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:14_silicon_(Si)_Bohr_model.png)
- Jiménez, A. (s.f.). *Sistema Periódico de los elementos*. Recuperado el 25 de febrero de 2017, de <https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/indice.html>
- Küppers, H. (1992). *Fundamentos de la teoría de los colores* (Cuarta ed.). México: Ediciones G.Gili, S.A. de C.V.
- Larionov, M. (2009). *Manifiestos*. (J. Segovia, Trad.) Maldoror ediciones.
- López, T., & Martínez, A. (2000). *El mundo mágico del vidrio* (Segunda ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Moreno, A. (2006). *Vanguardias rusas*. (F. C. Thyssen-Bornemisza, Ed.) Recuperado el 3 de marzo de 2016, de Museo Thyssen-Bornemisza, Sala de las Alhajas de la Fundación Caja Madrid, Madrid, del 14 de febrero al 14 de mayo de 2006: <https://www.educathyssen.org/node/18487>
- OpenRasMol. (21 de julio de 2009). *Molecular Graphics Visualisation Tool*. Recuperado el 25 de febrero de 2017, de Colour Schemes: http://www.rasmol.org/software/RasMol_2.7.5_Manual.html#chcolours
- Phillips, C. J. (1941). *Glass: the miracle maker*. New York: Pitman Pub.
- Reichenbach, H. (1996). *Objetivos y métodos del conocimiento físico*. (E. Imaz, Trad.) México: Fondo de Cultura Económica.
- Rocas y Minerales*. (2016). Recuperado el 22 de abril de 2017, de <http://www.rocasyminales.net/>
- Scholes, S. R. (1975). *Modern glass practice*. (C. H. Greene, Ed.) Boston: Cahnern Books.

- Smith, W. F., & Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Sorroche-Cruz, A., & Dumont-Botella, A. (junio de 2005). Historia del vidrio. (Fundación Técnica Industrial, Ed.) *Técnica Industrial*(257), 26-32.
Recuperado el 22 de abril de 2017, de
<http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/17/32/a32.pdf>
- The American Ceramic Society. (2015). *The American Ceramic Society*.
Recuperado el 04 de septiembre de 2017, de Ceramic Engineering,
Ceramic Materials and Glass Science Resources: <http://ceramics.org/>
- Verheijen, O. S. (2003). *Thermal and chemical behavior of glass forming batches*.
Eindhoven: Technische Universiteit Eindhove. doi:10.6100/IR565202

Exposición



Invitación



