



## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Maestro Roger Armando Arias Alvarado  
RECTOR

Ing. Nelson Bernabé Granados  
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO

Lic. Rafael Humberto Peña Marín  
FISCAL GENERAL INTERINO

Maestro Cristóbal Ríos Benítez  
SECRETARIO GENERAL INTERINO

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

Maestro José Vicente Cuchillas Melara  
DECANO

Maestro Edgar Nicolás Ayala  
VICEDECANO

Maestro Héctor Daniel Carballo Díaz  
SECRETARIO

## **AUTORIDADES DE LA ESCUELA DE ARTES**

Maestra Ligia Del Rosario Manzano Martínez  
DIRECTORA

Maestro Carlos Alberto Quijada  
COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Lic. Miguel Ángel Mira  
DOCENTE ASESOR

## **TRIBUNAL CALIFICADOR**

Maestra Ligia Del Rosario Manzano Martínez

Maestro Carlos Alberto Quijada

Licenciado Luis Eduardo Galdámez Contreras

## **PRESENTACION**

La Escuela de Artes de la Facultad de Ciencias y Humanidades, de la Universidad de El Salvador tienen como visión ser el referente institucional de educación superior de arte y cultura a nivel nacional y centroamericano, decidido la creación y la investigación cultural y artística, combinado de manera eficaz y eficiente a la formación de estudiantes con pensamientos analíticos, filosóficos, históricos, antropológicos, culturales, artísticos, creativos, etc., Desarrollando en los estudiantes destrezas teórico-prácticos que van desde la aplicación de varias ramas del arte mezclándolos con las nuevas tecnologías e integrado estos elementos con los nuevos lenguajes contemporáneos de comunicación.

En la misión es importante forjar profesionales e investigadores de la cultura y el arte, con óptima calidad académica, elevado sentido de la ética y de la pro actividad siendo aplicados en las ramas de especialización de cada profesional, como aspectos fundamentales para fortalecer la investigación final son los procesos de grado aplicados por estudiantes egresados en tal sentido se presenta el estudio “SISTEMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO EN VIDRIO FLOTADO PARA SU APLICACIÓN ARTISTICA EN SAN SALVADOR, 2017”

Que está compuesto por tres capítulos cuyo objetivo fue estudiar las técnicas de termoformado y termofundido en vidrio flotado de San Salvador, en consonancia con uno de los requisitos de la normativa universitaria para optar al grado de Licenciados en Artes Plásticas de las opciones de Cerámica, Diseño Gráfico y Escultura.

Con este informe final de investigación se da el cumplimiento al “Reglamento De La Gestión Académico Administrativa De La Universidad De El Salvador”, en sus tres etapas básicas:

La primera etapa, la planificación de la investigación donde se elaboró el plan de investigación y el diagnostico institucional, realizado a través de visitas a la institución donde se enmarco el

proyecto, así como la construcción del marco teórico o antecedentes de la investigación. Ambos documentos se incluyen en la segunda parte de este informe. El plan de investigación brinda las orientaciones de cómo abordar el proceso investigativo de acuerdo a los principales del método cualitativo emergente.

La segunda etapa, corresponde a la ejecución de la investigación consiste en la construcción del objeto de estudio, desarrollando trabajo de campo, con el uso de técnicas e instrumentos consistentes en diarios de campo, material visual, entrevistas de campo, entre otras herramientas que facilitaron su ejecución a partir de lo cual se elaboró este informe final de investigación.

La tercera etapa, exposición y defensa de informe final, consiste en la presentación del producto o resultado de la investigación, así como la socialización ante docentes, invitados y tribunal calificados.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros padres y madres, por habernos otorgado la vida y por todo el apoyo económico, el cariño y consejo que siempre han brindado; por haber creído en el potencial y talento de cada uno de nosotros desde el inicio y durante todo el tiempo de la carrera.

A nuestros amigos que con su apoyo y compañía facilitan el camino al éxito durante este proceso formativo; por creer siempre en nosotros y brindar su ayuda y amistad en los malos y buenos momentos. Por ser esas personas que fortalecen el deseo de superarnos y seguir adelante en un nuevo camino.

Al personal de Green Glass, Formas Vidrio Curvo, Bea Falla y demás artesanos y artesanas dedicados al termoformado y termofundido de vidrio, por haber abierto sus puertas a nuestro equipo de investigación, por compartir sus conocimientos, permitir el uso de sus instalaciones, por orientarnos en el desarrollo práctico de la investigación y la elaboración de la pieza final.

A nuestro Asesor Miguel Mira que sin su eficaz e indiscutible guía el proyecto no pudiera haber sido terminado y por habernos facilitado su tutoría y presencia durante todo el proceso de grado.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Se Sistematizaron los procesos de termo formado y termo fundido para la elaboración de un manual de referencia técnica para proyectos artísticos

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Se identificaron los antecedentes históricos de los procesos de termo formado y termo fundido en San Salvador.
- Se identificaron las características generales de los materiales, herramientas y equipo a utilizar para la ejecución de las técnicas
- Se facilitó la información adecuada para el uso teórico-práctico a nivel sobre los procedimientos de cada técnica, por medio del manual de referencia técnica.
- Se expusieron las reacciones de los materiales partiendo de su estudio teórico-práctico para la realización de una pieza escultórica a partir de las muestras obtenidas

## RESUMEN

La presente investigación contiene la sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para su aplicación artística, y todos los insumos teóricos y prácticos para la realización de las técnicas, así como la documentación del proceso de realización de una relieve escultórico en vidrio para identificar la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador, así como un Manual de referencia técnica de termoformado y termofundido en vidrio flotado.

El documento contiene: los antecedentes históricos del vidrio; la descripción de materiales y equipos y las generalidades del procedimiento técnico; la documentación del proceso de elaboración de una pieza y un manual a partir del termoformado y el termofundido de vidrio flotado, y un manual de referencia técnica.

El objetivo de la investigación es facilitar a los estudiantes como a cualquier interesado un material adecuado para aplicar las técnicas de manipulación del vidrio bajo la acción del calor, en la producción artística, a partir de los recursos locales. Así mismo, pretende contribuir al desarrollo de este rubro, que se encuentra aún en una etapa insipiente.

Para obtener toda esta información, la investigación ha sido bibliográfica y práctica, gracias a la colaboración de artesanos locales quienes por medio de entrevistas y visitas de campo nos facilitaron sus conocimientos técnicos y permitiéndonos documentar y aprender de ellos.

## SUMMARY

The present investigation contains the systematization of the processes of thermoformed and thermofused of float glass for its artistic application, and all the theoretical and technical inputs for the realization of the techniques, as well as the documentation of the process of realization of a sculptural relief in glass to identify the School of Arts of the University of El Salvador, made with these techniques, as well as a technical reference manual for thermoforming and hot melt in float glass.

The document contains: the historical background of glass; the description of materials and equipment and the generalities of the technical procedure; the documentation of the process of elaboration of a piece and a manual from the thermoforming and float glass hot melt, and a technical reference manual.

The objective of the study is to provide students as well as any interested party with an adequate material to apply the techniques of handling glass under the action of heat, in artistic production, based on local resources, as well as to contribute to the development of this item, which is still in an insipient stage.

To obtain all this information, the research has been bibliographic and practical, thanks to the collaboration of local artisans who, through interviews and field visits, gave us their technical knowledge and allowed us to document and learn from them



## INTRODUCCIÓN

A pesar de la abundancia del vidrio y su versatilidad, e incluso de que su introducción del al país puede remontarse varias décadas atrás, es necesario traer a cuenta que la manipulación de dicho material bajo la acción del calor se encuentra en una etapa incipiente a nivel local, y que el estudio de las diversas técnicas que se realizan en el país ha sido poco, siendo de esta forma, un campo fértil tanto para estudio y documentación técnica como para la explotación en el campo artesanal, artístico e industrial.

De esta necesidad surge el presente documento, que es el resultado de una investigación multidisciplinaria que tiene por objeto la sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido en vidrio flotado para la elaboración de un manual de referencia técnica y su aplicación artística en San Salvador, que facilite tanto al estudiante de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador como a cualquier otro interesado en el uso de estas técnicas y/o contribuya a su desarrollo.

Este estudio ha sido realizado por medio de la investigación bibliográfica, así como con la colaboración de artesanos locales a través de entrevistas y visitas de campo, con el objetivo de cotejar la información teórica con la experiencia práctica, para poder comprender las reacciones fisicoquímicas del material, y sistematizar cada proceso técnico a partir de los recursos y las particularidades técnicas locales.

La investigación se dirigió bajo un modelo cualitativo, el cual se enmarco en tres etapas distintas expresadas en cada capítulo del presente documento:

Primer capítulo, La investigación de antecedentes sobre la historia del vidrio y su origen, el vidrio en España, la introducción del vidrio en América, y una breve reseña testimonial sobre la introducción y el desarrollo actual del termo formado y termofundido en San Salvador.

Segundo capítulo: con una descripción general del vidrio, sus características y su tipificación de acuerdo a fabricación y su composición química; las herramientas que se necesitan para realizar ambas técnicas y las generalidades sobre el funcionamiento de los hornos para vidrio, y el tipo de hornos para vidrio que se utilizan a nivel local para la realización de ambas técnicas

Y finalmente, el Tercer capítulo que contiene la sistematización de los procesos en un Manual de referencia técnica, que surge a partir de la experimentación y la realización de un relieve del logo de la Escuela de Artes, en termoformado y termofundido de vidrio flotado.

El resultado material de la investigación es el producto de una combinación de disciplinas artísticas: diseño gráfico, cerámica y escultura. Se trata de un relieve en vidrio del logo de la Escuela de Artes: Tlaloc. Esta propuesta surge a partir de la necesidad identificar la institución de una forma llamativa e innovadora. La elaboración de esta pieza, en conjunto con las experiencias de los artesanos locales y la investigación teórica durante el desarrollo de este estudio son la base y el sustento del manual de referencia sobre termoformado y termofundido de vidrio flotado.

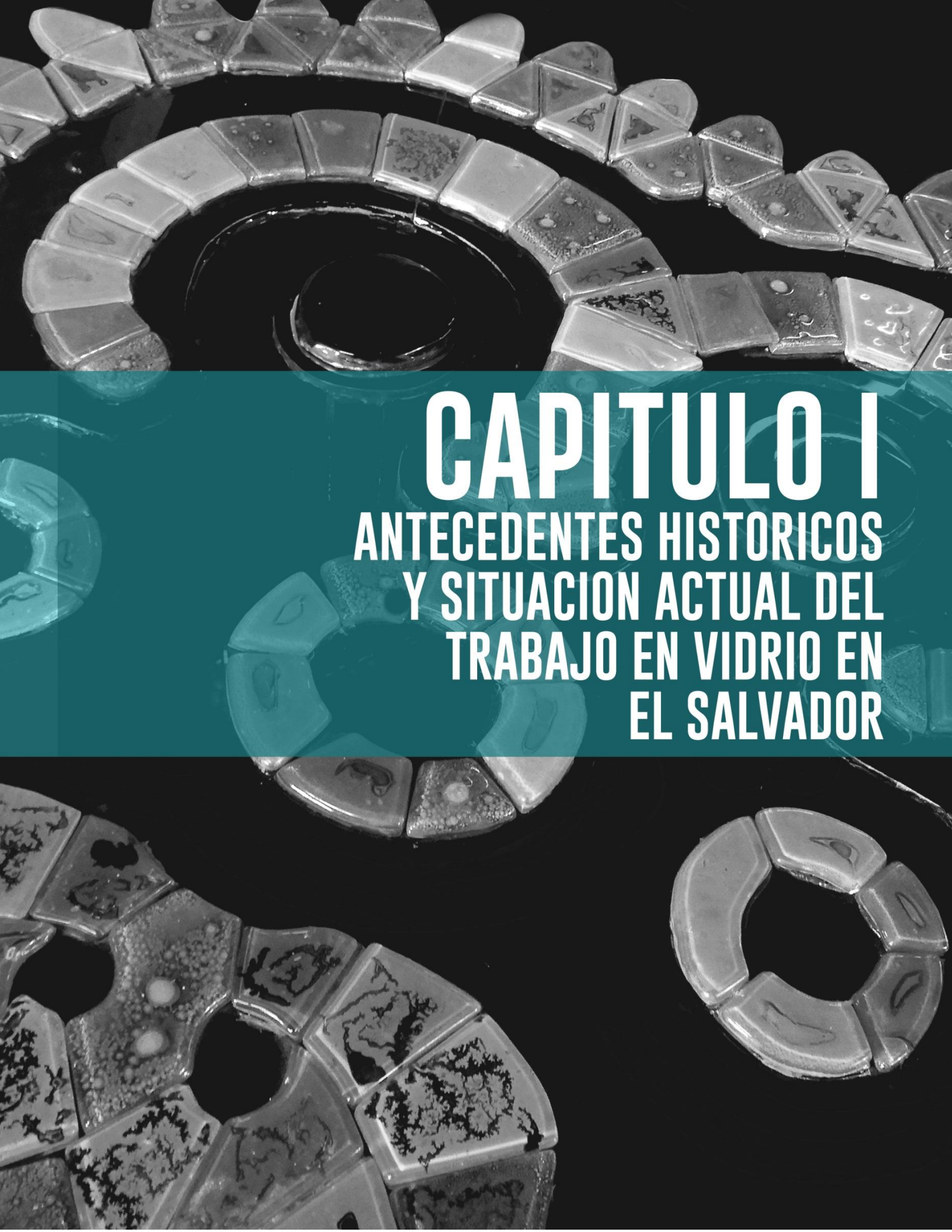
Este estudio pretende beneficiar a la población estudiantil de la Escuela de Artes, que a pesar de haber realizado procesos experimentales previos, utilizando el vidrio como medio, hasta ahora, no contaban con un documento donde se sistematizaran los procedimientos básicos para la manipulación de dicho elemento bajo la acción del calor con recursos accesibles a nivel local. Se trata entonces de una guía, un material de referencia técnica que describe y explica de manera teórica y visual los procesos de termo formado y termo fundido adecuado para todas las especialidades de la Escuela de Artes de la UES y para el sector artesanal, presentando el uso del vidrio como un nuevo recurso para la expresión artística.

La importancia de esta investigación radica principalmente en la introducción y documentación de nuevos conocimientos y procesos técnicos aplicables en todas las especialidades de la Escuela de Artes, en cuanto a la manipulación del vidrio como medio de expresión artístico o dentro del campo artesanal, dando la pauta para futuras investigaciones sobre este material bajo la acción del calor, y su desarrollo.

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPITULO I: .....</b>	<b>14</b>
<b>ANTECEDENTES HISTORICOS Y SITUACION ACTUAL LOCAL .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Historia del trabajo en vidrio.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Génesis del vidrio .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 El vidrio en la antigüedad .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 El Vidrio En España.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 El vidrio en América .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6 Técnicas contemporáneas: avances técnicos y artísticos en la vidriera.....</b>	<b>21</b>
<b>1.7 El trabajo en vidrio en El salvador .....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.1 El Termofundido .....</b>	<b>24</b>
<b>1.7.2 EL TERMOFORMADO.....</b>	<b>28</b>
<b>1.7.3 El desarrollo del trabajo en vidrio termo formado y termo fundido como parte de las MYPES en El Salvador .....</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>34</b>
<b>ESTUDIO DE LAS TÉCNICAS.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1 El vidrio .....</b>	<b>35</b>
<b>Tipos de vidrio por su composición química .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2 Tipos de vidrio por su método de fabricación .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2 Herramientas y equipo .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.1 Herramientas.....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.2 Pinturas para vidrio .....</b>	<b>43</b>
<b>2.2.3 Hornos.....</b>	<b>44</b>
<b>2.2.3.1 El horno y la cocción del vidrio .....</b>	<b>44</b>
<b>2.2.3.2 Tipos de horno para termoformado y termofundido de vidrio.....</b>	<b>46</b>
<b>2.2.3.3 Carga del horno .....</b>	<b>48</b>
<b>2.2.3.4 Curvas de temperatura .....</b>	<b>48</b>
<b>2.2.3.5 Diferencias entre un horno cerámico y un horno para vidrio termo formado y termo fundido.....</b>	<b>50</b>
<b>2.4 Procedimientos técnicos: corte de vidrio, termoformado y termofundido.....</b>	<b>53</b>
<b>2.4.1 Corte de vidrio.....</b>	<b>53</b>
<b>2.4.2 Termoformado.....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.2.1 Procedimiento .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.3 Termofundido .....</b>	<b>58</b>
<b>2.4.3.1 Procedimiento .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>65</b>
<b>EL VIDRIO COMO RECURSO PARA LA EXPRESIÓN: APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>3.1 Elaboración de logotipo de la Escuela de Artes, Pieza escultórica con vidrio flotado termofundido y termoformado .....</b>	<b>65</b>
<b>3.1.1 Termofundido .....</b>	<b>66</b>

.....	66
<b>3.1.1.1. Materiales:</b> .....	<b>66</b>
<b>3.1.1.2 Aspectos previos: Compatibilidad del vidrio y comportamiento</b> .....	<b>67</b>
<b>Proceso de laboratorio</b> .....	<b>67</b>
<b>3.1.1.3 Proceso Técnico</b> .....	<b>73</b>
<b>3.1.2 Termoformado</b> .....	<b>78</b>
<b>3.2.7 Manual de termo formado y termo fundido de vidrio flotado</b> .....	<b>86</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>113</b>



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES HISTORICOS Y SITUACION ACTUAL DEL TRABAJO EN VIDRIO EN EL SALVADOR



## **CAPITULO I:**

### **ANTECEDENTES HISTORICOS Y SITUACION ACTUAL LOCAL**

Siendo el sílice uno de los elementos más abundantes en la naturaleza, no es de sorprenderse de la diversidad de aplicaciones que el ser humano descubrió en los distintos materiales que lo contienen, siendo una de las más interesantes entre ellas el vidrio.

#### **1.1 HISTORIA DEL TRABAJO EN VIDRIO**

Aunque el descubrimiento del vidrio –sustancia formada por la fusión de sílice, sosa y cal– no es suficientemente conocido, se sabe que su origen es muy antiguo.

#### **1.2 GÉNESIS DEL VIDRIO**

“De todos los materiales empleados por el hombre, es el vidrio el que ya, desde los albores de la humanidad le ha acompañado más fielmente a su paso por el mundo, permitiéndole conjugar siempre lo útil y lo bello. A lo largo de su milenaria historia, fue incorporándose a la cultura de los pueblos, entrando primero a formar parte de sus manifestaciones artísticas y contribuyendo más tarde a engrosar el acervo de sus conocimientos científicos y tecnológicos”. (Navarro, 2003)

Las distintas variedades de vidrio natural se formaron a partir de magmas que, dependiendo de las condiciones en que se produjo su enfriamiento, no cristalizaron y por tanto no formaron especies minerales de composición definida. De todos ellos, la más importante y la más vinculada al hombre prehistórico fue la obsidiana, la cual permitió la doble finalidad de funcional y ornamental, que el hombre desde el origen de los tiempos siempre ha buscado. (Antonio Sorroche Cruz, Asunción Dumont Botella, 2005)



### **1.3 EL VIDRIO EN LA ANTIGÜEDAD**

Es posible que unos 80,000 años atrás, el hombre primitivo haya encontrado trozos de vidrio volcánico con los que fabrico herramientas. Los primeros objetos de vidrio hechos por el hombre se produjeron en el Medio Oriente, hace unos 4,000 años (Ariel.Cia.Ltda.) Probablemente cuando los egipcios y los sirios comenzaron a fabricar cuentas, con la masa fundida y blanda de vidrio, con el objetivo de imitar a las piedras preciosas y semipreciosas; y

Algunos otros adornos, recubriendo un núcleo de arcilla con vidrio coloreado (cerámica vidriada); y más tarde, pequeñas botellas.

Los vidrieros conformaban grupos de trabajo especializado y sus técnicas de manipulación del vidrio en su primera etapa estaban emparentadas a las del trabajo artesanal con arcilla y otros materiales.

Los romanos llevaron fabricantes de vidrio desde Egipto a Roma alrededor del año 100 A.C. Hacia el año 500 D.C., se produjo la contribución más importante: la invención del tubo de soplado en Siria y rápidamente se extendió al mundo romano. Esto significaba que el vidrio podía ser ahuecado y modelado mediante el soplado. (Ariel.Cia.Ltda.) Desarrollando nuevos métodos de trabajo, diseños más complejos y piezas de paredes más delgadas. Esta técnica fue aplicada en principio en el interior de moldes, hasta que se desarrollaron las habilidades del soplado al aire.

Al principio se importaron los vidrios fenicios y después se creó una industria propia, que se extendió más tarde Galias y España. Los primeros cristianos emplearon los objetos de vidrio coloreado en sus prácticas funerarias, y usaron cálices de cristal, y copas decoradas con escenas bíblicas. El uso de vidrio incoloro abrió el paso para utilizar el material también en el ámbito arquitectónico.



En la Edad Media, las mejores muestras del arte en vidrio salieron de Bizancio. Se utilizaba el vidrio para decorar iglesias con mosaicos y vidrios en las ventanas, que ilustraban historias de la biblia, para aquellos que no sabían leer. Los árabes desarrollaron la industria a partir del s. X, con centros importantes en Alejandría, El Cairo, Alepo, Antioquia, Damasco y Trípoli.

Durante los siglos XVII y XVIII son constantes los avances en el campo del vidrio, especialmente en lo concerniente a la tecnología, los procesos de fabricación y a sus aplicaciones. Algunas de las aportaciones más importantes del vidrio en esta época son las concernientes a sus aplicaciones en el campo de la óptica, al perfeccionarse el sistema de lentes y en el de la química, al utilizarse mejores vidrios para la fabricación de todo tipo de recipientes y aparatos.

Al mismo tiempo el número de fábricas de vidrio aumentó considerablemente en toda Europa, comenzó a usarse el carbón como combustible, se descubrió el vidrio al plomo o cristal en Bohemia e Inglaterra y la técnica de la fabricación de espejos experimentó importantes avances al reemplazar la amalgama de estaño por el sistema de plateado.

El centro de fabricación se iba desplazando hacia Venecia (Murano). Durante 300 o 400 años, hasta fines del siglo XVII, el vidrio veneciano fue el más fino del mundo, gozando de gran prestigio por sus adornos, afiligranados y por la finura y elegancia de sus líneas. (Salvat, 2004)

A partir de la revolución industrial con la introducción de los nuevos métodos de producción maquinales, como el prensado, estirado, laminado continuo o discontinuo, flotado o soplado mecánico; el soplado a boca paso a ser un método empleado tan sólo para el campo artístico.





La destreza y los secretos de los artífices venecianos se extendieron al norte de Europa. En Francia se fabricaron bellos vidrios en Poitou, Orleans y Normandía. En Flandes alcanzó gran prestigio en los s. XVII y XVIII. En Bohemia el vidrio se empezó a estimar a partir del s. XVI, y se especializó en su talla. Los ingleses descubrieron el vidrio con plomo. Esto condujo al tallado y grabado de cristal y a la fabricación de copas de pie retorcido, con burbuja y opaco del siglo XVIII, con las que se hizo famosa Inglaterra(Ariel.Cia.Ltda.)

Los franceses desarrollaron el vidrio plano. La fabricación a escala industrial de vidrio plano por el procedimiento de colado del vidrio fundido sobre una superficie metálica y posterior laminado, método desarrollado por el italiano Bernardo Perrotto en Orleans hacia 1687 y perfeccionado por el francés Louis Lucas de Nehou sumado a la introducción de los hornos de balsa por Friedrich Siemens en 1867, supuso el primer paso para la producción masiva y en régimen continuo de grandes láminas de vidrio. Estos hornos permitieron el desarrollo del método de estirado del vidrio, primero por el belga Fourcault en 1901 y poco después por los Norteamericanos Colburn, en 1903, y Owens, en 1915. (Antonio Sorroche Cruz, Asunción Dumont Botella, 2005)

En las postrimerías del siglo XIX, se inventaron las primeras máquinas para fabricar objetos de vidrio, que, como el tubo de soplado revolucionaron la manufactura del vidrio. En el siglo XX

Aparecieron las máquinas para fabricar botellas, el vidrio laminado en planchas, se inventó el proceso de laminación del vidrio por flotación, en 1952, la firma inglesa Pilkington Brothers desarrolla un nuevo y revolucionario método de fabricación de vidrio flotado, y se desarrolló la producción de la fibra de vidrio y su gran variedad de aplicaciones. Al mismo tiempo, diseñadores de distintas nacionalidades impusieron nuevos estilos en lo que se refiere al uso artístico del vidrio. (Ariel.Cia.Ltda.)



1. Descubrimiento del vidrio.  
Hace 4000 años medio oriente



2. Invención del tubo de soplado año 500d.c.



3. Vidrio y espejo Veneciano, s. XVII



4. Vidrio plano. Francia. s-XVII



5. vidrio con plomo. Inglaterra S XVII



6. Invención de maquinas para la fabricacion de productos de vidrio S XIX



## 1.4 EL VIDRIO EN ESPAÑA

En España la fabricación de vidrio fue introducida por los romanos, continuada por los visigodos y perfeccionada por los árabes. En los s.VI y VII descolló como centro vidriero Toledo, y a partir del s. VII, a raíz de la invasión árabe, la producción de vidrios se centró en Andalucía, donde alcanzó su máximo esplendor en el siglo X, y fue continuada hasta el siglo XVII por los moriscos granadinos. Desde el s. XVIII destacaron los vidrios valencianos y catalanes; estos tuvieron su apogeo en los s. XV y XVI, época en que compitieron con los venecianos, sobre todo los de Barcelona. Su decadencia se inició en el s. XVII. En castilla los centros vidrieros más importantes fueron Caldaso (s.), Segovia (s.XVII) y la Granja (s.XVIII).(Salvat, 2004)

La Real Fábrica de Cristales de La Granja, fue uno de los ejemplos de manufacturas reales más importantes de España del siglo XVIII. La fábrica se sitúa dentro de la reforma borbónica cuyo objetivo principal era reducir la importación masiva de objetos extranjeros y fomentar la protección de la industria española nacional.

Bajo esta misión existieron una serie de manufacturas con la protección y el apoyo financiero de la Corona Real como lo son: Tapices de Santa Bárbara y Porcelana del Buen Retiro. El mantenimiento, la adquisición de tecnología y personal especializado extranjero eran las áreas en las que el apoyo de la monarquía proporcionaba a sus proyectos.

Las fábricas cumplían con el trabajo de abastecer con objetos suntuarios los Palacios y residencias reales imitando el lujo de los Palacios de la Corte europea sin necesidad de invertir en importaciones. No se limitaron los recursos y la ayuda mientras la calidad y los costes de manufacturación fueran menores que los de las importaciones eso hizo que se dieran avances tecnológicos y artísticos relevantes y ambiciosos de toda la Europa, en maquinaria, Mano de obra especializada materiales, herramientas y amplio personal administrado en cada área de

Producción lo cual ofrecía un resultado que llego a la altura de los países vidrieros más avanzados como el estilo veneciano.



Uno de los mayores retos en la fabricación de vidrio en la real fábrica de Cristales de la Granja ubicada en Segovia España, ha sido la complejidad de los procesos de producción de cristal

Debido a diferentes factores como lo son la materia prima para los hornos, los materiales fundentes, desmoldante y la misma composición de elementos para asegurar una pureza final del producto todo esto involucra a un meticuloso estudio ensayo y error para obtener los procesos sumamente estandarizados para una producción óptima.

Durante el siglo XVII la producción de vidrio español se ve influenciada por el estilo veneciano el cual había alcanzado un alto grado de dominio en los procesos y calidad en sus productos esto conllevó al cierre de varias fábricas las cuales no alcanzaron el mejoramiento de sus procesos de trabajo en España, mayormente por la ineficacia en el mantenimiento de los hornos para fundición de vidrio.

Dentro de este desarrollo también se encuentran las fábricas alemanas y francesas las cuales aportaron sus estudios para el desarrollo del vidrio en España, uno de los mayores logros para dicha producción fue el amparo de la monarquía a la fabricación de vidrio lo cual permitió mejorar las deficiencias y controlar la inversión en la fabricación de vidrio.

La especialización y maestría alcanzada por la Real Fábrica de Cristales de la Granja, la han mantenido hasta nuestros días, y la han convertido en una gran referencia y guía a nivel técnico y artístico, por lo que para esta investigación es un referente fundamental, tanto por la experiencia en la fabricación y manipulación del vidrio, como el uso de términos técnicos concretos para nombrar cada proceso, como Termo formado y Termo fundido.



## 1.5 EL VIDRIO EN AMÉRICA

Antes de la llegada de los europeos al Continente Americano, los indígenas conocían el vidrio en estado natural en sus variantes de obsidiana y cristal de roca (considerados como minerales), con ellos y muchos otros elementos naturales más, mostraron su habilidad manual para elaborar

Diversos utensilios y artículos ornamentales considerados como obras de arte. La obsidiana, vidrio volcánico de color negro, verde, rojo y dorado producto del enfriamiento del óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) de la lava, fue llamada por los tarascos “tzinapu” y por los mexicas “itzli”.

La obsidiana la extraían de minas localizadas en la proximidad de Otompan y la mayor parte de Cempoala-Pachuca. Con ella fabricaron cuchillos con los que labraban piedra, trabajaban la piel, cortaban cabello y realizaban cirugías además de elaborar objetos de decoración como máscaras y estatuillas, algunos de estos objetos se vendían en diversos mercados. Asimismo, elaboraron cuentas con los materiales mencionados además de utilizar alabastro y turquesa.

Con la llegada de Colón a diversas islas y de Cortés, el vidrio manufacturado en Europa se introdujo en el Nuevo Mundo en forma de cuentas de vidrio llamadas “margaritas”, utilizadas junto con otros artículos, como objetos de intercambio con los indígenas para facilitar el acercamiento y relación. Estas cuentas eran de origen veneciano y catalán, fabricadas desde el siglo XIII y XIV. (Rodríguez) Ante la perspectiva de un territorio diferente y rico en diversidad de recursos, se consideró la oportunidad de iniciar una nueva vida, con la experiencia de la práctica de algún oficio en el mejor de los casos, esto fue lo que llevó a establecer la fabricación de vidrio en la Nueva España.



La producción de objetos de este material en el Nuevo Mundo se centró en las ciudades de Puebla y México y al parecer también en Perú. (Rodríguez)

Los primeros vidrieros que llegaron a la Nueva España lo hicieron entre los años 1530 y 1535, hasta ahora los datos existentes refieren que la producción de este material se inició en 1542 en la ciudad de Puebla, aunque también se establecieron en la ciudad de México. El número de artesanos en esta actividad al inicio fue muy reducido y no muy experimentado, además tuvieron que adecuarse a los recursos existentes en este nuevo territorio para realizar el proceso de fabricación; para el siglo XVII existían veintiocho vidrieros. La apertura de los centros de Producción tuvo que apegarse a aspectos legales y administrativos supeditados por condicionantes sociales y económicas de la población. La producción era preponderante hacia la elaboración de objetos de uso cotidiano y probablemente en menor proporción a la producción de lentes. (Rodríguez)

## **1.6 TÉCNICAS CONTEMPORÁNEAS: AVANCES TÉCNICOS Y ARTÍSTICOS EN LA VIDRIERA**

El vidrio es uno de los materiales más versátiles inventados por el hombre, de modo que, aunque su descubrimiento y uso data de varios siglos atrás, actualmente siguen descubriéndose formas de trabajo o manipulación.

Las aplicaciones y usos del vidrio van desde la joyería, hasta la arquitectura y el arte, como resultado del desarrollo del conocimiento sobre el material y las técnicas para manipularlo. Estas pueden ser clasificadas en dos: en frío y bajo la acción del calor. En cuanto a la acción del calor, existen dos técnicas antiguas, retomadas a mediados del siglo pasado, que son el termo formado y el termo fundido, y son utilizados mayormente en el área artesanal y artística. Una de las características de estas técnicas es su fácil ejecución relativamente, y la accesibilidad que tienen las herramientas y el equipo necesario para realizarles.



En El Salvador, la introducción y el desarrollo de las técnicas de manipulación del vidrio ha sido muy parecido al de España, aunque en periodos y condiciones muy distintos, ya que España, es,

Además, un productor de vidrio, mientras que El Salvador (aunque los estudios han demostrado que existen las materias primas para elaborar vidrio) solamente somos importadores. Sin embargo, de manera progresiva se han introducido las técnicas de termo formado y termo fundido a la producción y al mercado local, y aunque aún se encuentra de manera insipiente, sin duda las técnicas van perfeccionándose y su aplicación va trascendiendo de lo artesanal a lo artístico.

### **1.7 EL TRABAJO EN VIDRIO EN EL SALVADOR**

Según las investigaciones el desarrollo de las fabricas vidrieras españolas del siglo XVII y XVIII en contraste con la fabricación de salvadoreña de productos de vidrio importado, en los últimos años, existe un gran similitud, ya que el número de vidrierías o talleres de manipulación de este material en la zona central del país, específicamente San Salvador, es poca debido a la inversión y a la meticulosidad que conlleva la administración del proceso de manipulación del vidrio, sobre todo cuando se trata de someter el material a la acción del calor .

La especialización dentro de la manipulación del vidrio representa uno de los mayores retos dentro del rubro artesanal, esto ha generado poca competencia dentro del mercado salvadoreño y el cierre de talleres de vidrio con poca auto sostenibilidad y desarrollo investigativo.

El desarrollo local del trabajo en vidrio, se encuentra en una etapa primitiva, en una era con mayor auge de comunicación y especialización, y cuenta con poco apoyo gubernamental, en relación a la demanda y las exigencias del mercado actual, sin embargo, existe un interés creciente por el desarrollo y consumo de productos artesanales y artísticos en vidrio.



En términos generales, en El Salvador hay muy poca documentación sobre el trabajo en vidrio bajo la acción del calor, debido a que ha sido un procedimiento introducido recientemente, puramente empírico y que ha sufrido altibajos por la poca investigación e información adecuada a nivel local.

El Salvador no es un país con tradición histórica de fabricación de vidrio, a pesar que en los años 70-80's se realizaron una serie de investigaciones que comprueban la existencia de materias primas locales adecuadas para ello, por lo que somos netamente importadores de vidrio (Baltazar Ovidio Rivera Peña, Juan Ramon Romero Madriles, 1984); tampoco contamos con una tradición de trabajo en vidrio, a diferencia de países como México o Perú, en Latinoamérica.

El termo formado y el termo fundido, no exceden los 25 años, de haber ingresado al país, de forma artesanal e industrial. Pero la falta de información sobre las mismas, y en cierta medida, el hermetismo de quienes manejan las técnicas, ha limitado el campo de estudio y su aplicación a nivel superior, y por consiguiente su desarrollo y su introducción al mercado de acuerdo las exigencias actuales del mismo.

Como consecuencia de este desarrollo incipiente, el problema de producción de este material, su explotación y proyección artística también se ha visto afectado, generando pérdidas en inversión y poca producción.

En el medio artesanal, de manera gradual, se ha ido desarrollando una especialización empírica, convirtiendo a los actuales artesanos en vidrio, en pioneros e innovadores en la materia, tanto en la producción como en la comercialización de los productos. Sin embargo, la necesidad de encontrar respuestas a las inquietudes técnicas y de especialización en procesos, ha llevado a los artesanos a informarse y formarse por medios externos a los nacionales.

Más continúa siendo una carencia latente la de un material que sistematice y documente de manera formal y específica, con muestras comprobables, los procesos con las particularidades del país.



### 1.7.1 EL TERMOFUNDIDO



*Ilustración 1. Piezas termofundido salidas del horno, Rony Hernández, San Salvador 2017*

Esta técnica consiste en la fusión de dos o más láminas de vidrio entre las cuales se puede colocar un esmalte que colorea y de efectos a la pieza, que posteriormente es sometida al calor por medio de un horno que logre 800° o más, dependiendo del tipo de vidrio, a través de una curva de temperatura.

Debido a que en El Salvador somos importadores de vidrio, y no productores, esta técnica se realiza mayoritariamente con vidrio flotado o vidrio opalescente, e incluso con vidrio de botella, pero antes cada artesano debe hacer un estudio del vidrio y sus reacciones bajo la acción del calor, ya que cada tipo de vidrio tiene un punto distinto de fusión de acuerdo a su composición.

Actualmente una de las empresas más grandes que se dedican a este rubro a nivel artístico, es Vitrales, de Margarita Llort, quien desde 1982, trabaja el vitral, pero que con el tiempo empezó a innovar e introdujo el termo fundido o vitro fusión, y capacitó un equipo de artesanos especializados en el área.

Posteriormente han surgido diversas iniciativas trabajando el vidrio, de menor envergadura, cada una con características estéticas muy particulares. Y muchas de ellas tienen en común haber sido capacitadas desde diversas entidades, en su mayoría ONG's.





Fue hasta el 2011 que el Ministerio de Economía a través de CONAMYPE empezó a impartir cursos de termo fundido, tal es el caso de Annglass, y Bea Falla, dos iniciativas de negocios dedicadas a la elaboración de bisutería a partir del termo fundido de vidrio, quienes además han portado grandemente al desarrollo de esta investigación.

A partir de esta accesibilidad por parte de estas iniciativas, y el apoyo de CONAMYPE, es posible construir una pequeña línea de tiempo sobre la introducción de la técnica de termo fundido de vidrio por parte de la institución.

Inicialmente los hornos de fundición de vidrio estaban pensados en función de la cerámica, para la elaboración de cubiertas vítreas de costos accesibles para los artesanos ceramistas, pero también en función del termo fundido, por lo que hay horno para ello en el CEDARTE de Nahuizalco, La Palma, y recientemente se está instalando uno en San Salvador. Los cursos para aprender la técnica se iniciaron en el 2011, mismo año en el que las dos iniciativas ya citadas, dieron inicio a su proyecto, cada una desde un espacio diferente. Estos cursos son básicos e incluyen cortes básicos de vidrio, aplicación de esmaltes y el manejo del horno con una curva de temperatura estándar. Se trata pues de iniciar al artesano en el área dándole los insumos básicos para ello con el objetivo de que el mismo los desarrolle e inclusive se especialice en ello.

En el caso de la joyería de Annglass, cuyo taller está ubicado en San Salvador, la dificultad más grande fue el horno. El no contar con el equipo adecuado, complicaba grandemente su producción, viéndose obliga a viajar hasta Nahuizalco para realizar sus quemas. Sin embargo, la perseverancia de esta iniciativa es evidente al ver como gradualmente ha ido creando un producto con identidad propia por sus características, su estilo e incluso las formas y colores de cada pieza, a modo de especializarse en ello.



*Ilustración 2. Bisutería por Annglass, fotografías de su página web 2017*



Bea Falla, es otra iniciativa que se dedica a la elaboración de joyería en vidrio fundido, en Santa Tecla, La Libertad. Aunque inicialmente su formación fue en CONAMYPE, también ha recibido cursos en Costa Rica, por lo que en su producto es posible ver estas influencias EXTRANJERAS. Con una estética más sobria, que al igual que en caso anterior, ha sido el resultado de la perseverancia, e incluso la lucha con algunas condiciones propias del país, esta iniciativa tiene ventas dentro y fuera del país y es una de las iniciativas más reconocidas en el rubro del termo fundido de vidrio, y que ocasionalmente ha incursionado en el campo artístico con piezas escultóricas elaboradas en termo formado.



*Ilustración 3. Bisutería por Bea Falla  
fotografías de su pagina web 2017*

En cuanto a las limitantes, la principal era el horno, cada una lo ha superado a su ritmo, y con sus propias condiciones, y actualmente cada iniciativa maneja su propia curva de temperatura de acuerdo a las características de cada horno y al resultado que parece idóneo de acuerdo al criterio propio y el objetivo de cada artesano.

Otra limitante importante para el desarrollo del termo fundido, han sido los esmaltes, ya que inicialmente no habían en el país y con la Ley de Medicamentos de El Salvador, actualizada en el 2012, se complica el ingreso al país de algunos elementos fundamentales para la formulación de esmaltes con efectos particulares como burbujas o craquelados, limitado a los artesanos a consumir solo lo que recientemente se vende en Casa Miriam, la única tienda que tiene este tipo de productos para cerámica y vidrio. Por esta razón, algunos artesanos han decidido experimentar con los colores prefabricados y crear los propios, agregar elementos extra como el bórax, para dar efectos, e incluso experimentar con esmaltes cerámicos para ampliar la variedad de colores y efectos. Lo que inicialmente parecía una limitante ahora se ha convertido en un abanico de opciones a partir de la iniciativa y creatividad de cada artesano que le otorga un toque único a cada uno de sus productos.



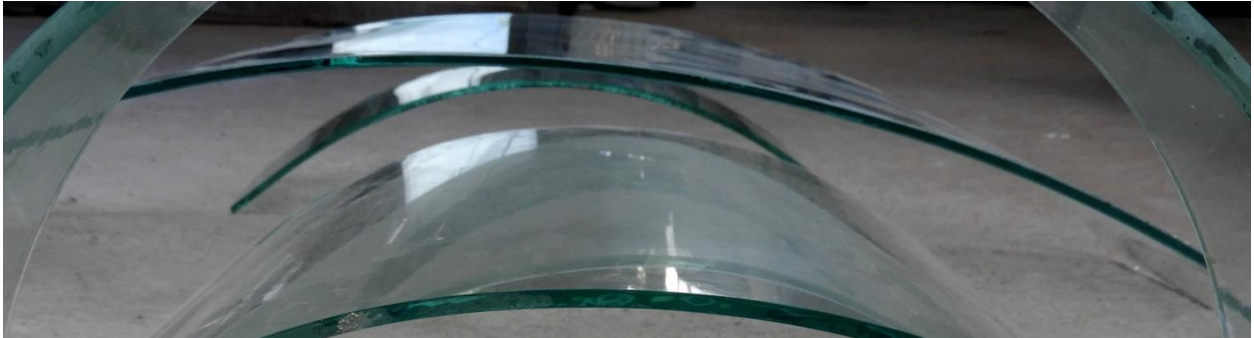
Del grupo de gente capacitada por ONG’s, tenemos a Green Glass El Salvador, quienes actualmente trabajan su iniciativa de negocio familiar sobre reciclaje de vidrio, principalmente de botellas. Con casi cuatro años de experiencia, manejan diversas técnicas, entre ellas las de termo formado y termo fundido para la elaboración de objetos utilitarios y decorativos. Cuentan con un horno eléctrico propio. Su área de trabajo, al igual que las iniciativas anteriores, está más enfocada al campo artesanal, movilizándose en ferias artesanales y tiendas artesanales colectivas. Esta iniciativa será parte de nuestra investigación a lo largo de su desarrollo.



*Ilustración 4. Piezas por Grenn Glass,  
fotografías de su página web 2017*



### 1.7.2 EL TERMOFORMADO



*Ilustración 5. Piezas de termoformado utilizado para el borde de la pieza del Tláloc. Rony Hernández 2018*

Esta técnica consiste básicamente en deformar una lámina de vidrio bajo la acción del calor según un molde de material refractario o hierro. La temperatura para ello es de 600°, menor a la del termo fundido. Y su uso está más enfocado a lo estructural que a lo decorativo o artístico, aunque es un recurso muy versátil y aplicable en las diversas áreas.

En el salvador se han dado diversas iniciativas con esta técnica, desde la fabricación de parabrisas para carros en los 80-90's, hasta los de vitrinas o exhibidores comerciales. Sin embargo actualmente solo se mantiene una fábrica que se dedica a la elaboración de vidrio curvo para vitrinas, exhibidores, entre otros. Las iniciativas anteriores se han desvanecido y la razón principal, más allá de la falta de capital semilla o inversión, es el desconocimiento del material y la manipulación del mismo a partir de los recursos locales.

La mayoría de iniciativas dedicadas a esto, son independientes, no cuentan con organismos internacionales o instituciones gubernamentales que les apoyen en el desarrollo técnico, se trata más bien de iniciativas privadas que se capacitan en el exterior o con extranjeros, y se arman de maquinaria y equipo importado, que no siempre es el más adecuado para las condiciones climáticas y físicas locales.



Uno de los talleres más recientes donde se trabajaba con esta técnica era Industrias El Éxito, ubicada en mejicanos. Cuentan con un horno eléctrico italiano de calidad industrial. Esta empresa actualmente está en quiebra, y, después de 8 años trabajando el vidrio, debido a la falta de personal capacitado, cerro el área de termo formado de vidrio.

Actualmente El único taller donde se trabaja con esta técnica en san salvador es Formas Vidrio Curvo, quienes trabajan a partir de vidrio importado, el cual someten a la acción del calor en un horno diseñado y elaborado por ellos mismos con materiales y equipo accesibles a nivel local, y crean a partir de ello piezas de vidrio curvo para diversos usos. El horno de este taller, a diferencia de las demás empresas, es de gas por lo que los costos de producción se reducen. Su competencia es solamente extranjera porque nadie más en el triángulo norte produce con la versatilidad que a ellos les caracteriza, siendo además proveedores casi únicos, en esta región.

Formas Vidrio Curvo los conocimientos fueron adquiridos mediante la capacitación de una fábrica italiana de hornos para termo formado de vidrio, y, posteriormente, debido a las limitantes de esta breve capacitación, la práctica y la formación autodidacta a través de la investigación sobre el tema y del intercambio de conocimientos con artesanos dedicados a esta labor, especialmente en México y Suramérica.

Con casi cuatro años de experiencia, el área de trabajo de este taller, por sus características es artesanal, aunque su producto es consumido tanto por artesanos, como por grandes empresas a nivel centroamericano. Esta Sociedad, también formara parte de nuestra investigación a lo largo de su desarrollo.



*Ilustración 6. Formas vidrio curvo trabaja el vidrio con la técnica de termoformado*



### **1.7.3 EL DESARROLLO DEL TRABAJO EN VIDRIO TERMO FORMADO Y TERMO FUNDIDO COMO PARTE DE LAS MYPES EN EL SALVADOR**

Las iniciativas a investigar tienen como finalidad fundamental proveer a sus grupos familiares por medio de una actividad económica independiente, ubicándose de esa manera en el sector emprendedor de la población salvadoreña, y convirtiéndose en un punto focal de las instituciones encargadas del desarrollo económico nacional. En esta lógica, estas iniciativas de negocio, buscan también la satisfacción personal a través de actividades productivas, que cubran sus necesidades creativas y artísticas, dotándole de originalidad a su labor, y marcando una

Diferencia al respecto de otro tipo de iniciativas no productoras, por ende, se ubican dentro del sector artesanal convirtiéndoles además en entes transformadores de la cultura nacional. Es necesario entonces abordar tres aspectos esenciales: el carácter económico, como iniciativas de negocio y hasta micro empresas; el carácter artesanal y el carácter creativo-artístico de cada uno de los emprendimientos.

En El Salvador, las MYPES representan cerca del 99% del sector empresarial del país, con lo que contribuye al sostenimiento y crecimiento de la economía nacional. Se estima que las MYPES generan aproximadamente 700 mil empleos directos y aportan alrededor del 35% del Producto Interno Bruto (PIB) y en conjunto consumen más insumos y servicios que las grandes empresas. En El Salvador, 64% de las microempresas son propiedad de mujeres. (REDIBACEN, 2016)

La base tangible en cuanto a las experiencias y referencias prácticas de esta investigación está constituida por iniciativas de negocio, en las que trabajan como mínimo 2, y como máximo 6 personas, esto de acuerdo a lo que establece la ley, donde se plantea que una micro empresa está formada por 10 personas con un salario mínimo, por lo que las iniciativas estudiadas no entran aun en esta categoría. Por otra parte, un 80% de las iniciativas investigadas son lideradas por mujeres, ya sea como parte de un grupo familiar o como emprendedora, y en los casos donde no lideran, son parte fundamental del proceso de producción.



Entre los principales desafíos a los que se enfrentan las MIPYMES son: el reconocimiento a la diversidad de características, condiciones y necesidades de las MYPE; información estadística y estudios sobre MYPE actualizados y con enfoque de género; marco legal y de políticas públicas integrado y adecuado a las necesidades y condiciones de la MYPE; altos niveles de articulación institucional; servicios de Desarrollo Empresarial, formación y capacitación integrados y con enfoque de género; fomento y acceso de las MYPE a las compras públicas en mejores condiciones frente a la mediana y gran empresa; fomento y estímulos para la formalización de la MYPE. (REDIBACEN, 2016)

El apoyo gubernamental es tangible en algunas iniciativas, en otras no es directo, pero también se puede identificar. El problema es que en la actualidad la demanda de productos de vidrio en general, supera la oferta local, y la especialización técnica en el área es también, hasta ahora una asignatura pendiente por parte del gobierno, y, aunque está siendo solventada por iniciativa propia de los artesanos locales que están en búsqueda de la especialización cada uno en su área, es necesario promover políticas que prioricen en el desarrollo de los productores locales sobre la gran empresa o en conjunto con ella.



## **RESUMEN CAPITULO 1**

### **ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL TRABAJO EN VIDRIO EN EL SALVADOR**

En el presente capítulo se abordará brevemente la historia del trabajo en vidrio, el descubrimiento y el desarrollo de las técnicas de manipulación de este material en Europa, y en España, específicamente de la Real Fábrica de Cristales de la Granja, y como llegó el vidrio a América. De esta manera se plantea un panorama que da insumos básicos para comprender el cristal como una especie de vidrio de origen natural, el vidrio como resultado de la intervención del hombre sobre los diversos elementos de la naturaleza que componen este material. Así como también se permite comprender la forma en que fue introducido en otros países y otras culturas que no contaban con este material, hasta hacerlo formar parte de su acervo cultural.

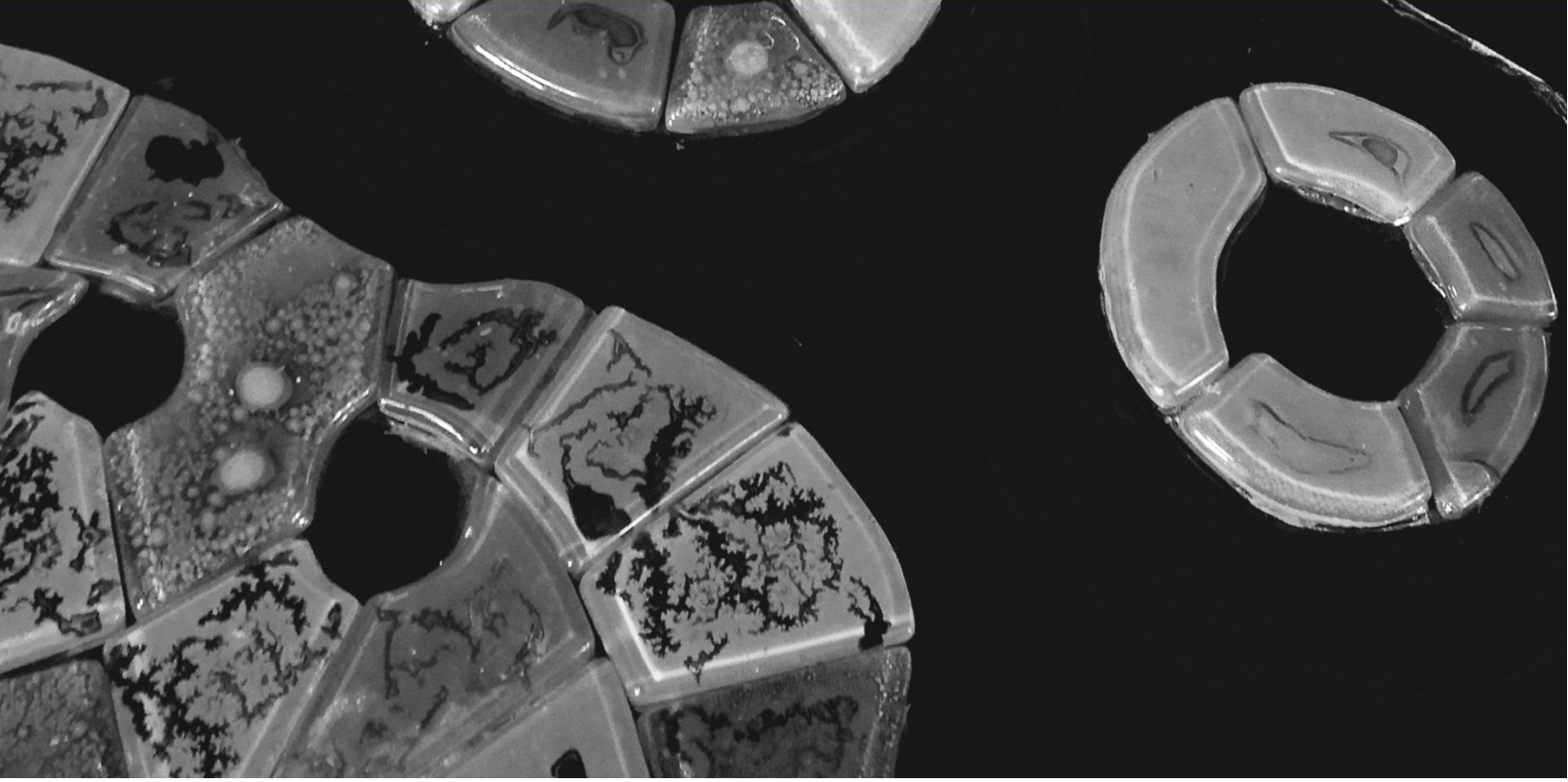
Posteriormente se explican las técnicas de la vidriera artística contemporánea, entre las que nos enfocamos especialmente en el termo fundido y el termo formado para finalizar con un breve apunte anecdótico, gracias a la colaboración de artesanos locales, sobre la introducción y el desarrollo de dichas técnicas en el país, y la participación en el de las instituciones gubernamentales, con el objetivo de conocer un poco sobre la situación actual sobre la situación actual del trabajo de este material tan poco explotado en el medio artístico local, con el termo fundido y el termo formado.





# CAPITULO II

## ESTUDIO DE LAS TECNICAS TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO





## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE LAS TÉCNICAS**

El trabajo en vidrio actual tiene como base los conocimientos técnicos alcanzados en la antigüedad, y muchos de ellos se mantienen tal cual. Para este estudio sin embargo debemos enfocarnos en dos procedimientos antiguos, retomados a mediados del siglo pasado por artistas del vidrio, que, si bien son distintos, tanto en su realización como en sus resultados, tienen mucho en común:

En primer lugar, es necesario definir que es el vidrio, sus características generales y sus tipificaciones, ya que para realizar el termo fundido y el termo formado es importante determinar el tipo de vidrio para saber si es posible realizar la técnica con él, y para determinar la curva de temperatura a utilizar para trabajarle, entre otros aspectos.

Una vez obtenido este dato, se pueden realizar las técnicas, cada una con sus particularidades procedimentales, con el uso de herramientas, materiales y equipos adecuados para ello y accesibles a nivel local.

Y finalmente, los tipos de horno para vidrio, donde se contemplan además curvas de temperatura y su importancia, y demás especificaciones al respecto.



## 2.1 EL VIDRIO

Las ventanas que cambian de color y los laminados para las pantallas planas son algunos de los nuevos vidrios que han cambiado la situación del vidriero actual.

Sin embargo, el hombre descubrió el vidrio hace 4.000 años, probablemente por casualidad ya que existe en la naturaleza, posiblemente originado por el impacto de un rayo sobre la arena. Así mismo, La obsidiana, un vidrio de origen volcánico, fue usada para hacer puntas de lanza. Pero fabricar el vidrio no es fácil, no es de extrañar que ya en la Edad Media, encontremos en España iglesias románicas, con pequeñas aberturas, cerradas con alabastro, porque carecían de vidrio. Pronto cambió la situación, y admiramos las grandes vidrieras de las catedrales góticas.

El vidrio químicamente es un compuesto inorgánico que se enfría sin cristalizar. La arena de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) es el componente más importante. Como tiene un punto de fusión muy alto ( $1.720\text{ }^\circ\text{C}$ ), se adiciona fundentes (carbonato y sulfato sódico) que rebajan la temperatura de fusión. A esta mezcla se le añaden estabilizantes para que el vidrio sea menos atacable (carbonatos diversos, barita, dolomía, etc.).

Por su composición molecular el vidrio es un Sólido amorfo no cristalino. En otras palabras, tiene Algunas propiedades de los líquidos y los sólidos, pero no es ni uno ni lo otro. Es muy duro y al mismo tiempo completamente translucido. Las moléculas de los sólidos están fijas y ordenadas en lo que llamamos una red cristalina. Las de los líquidos están ordenadas, pero no fijas, y las del cristal están fijas, pero no ordenadas.

Llamamos vidrio a la materia compuesta, cuyas moléculas están fijas, pero no siguen ningún orden. (Channel, 2011).

Al contrario que la sílice, el vidrio tiene una estructura compleja. Es insoluble en ácidos, excepto el fluorhídrico, y soluble en álcalis fundidos.



Fundido con otros óxidos metálicos, da lugar a distintas variedades de vidrio.

La composición del vidrio, a base de 8-10 diferentes óxidos, produce sus propiedades: punto alto de fusión, viscosidad a alta temperatura, propiedades mecánicas, dureza superficial del vidrio templado, estabilidad química, coloración, etc.

Al comparar la formulación antigua con la moderna de vidrios de botella nos sorprende que sean muy semejantes. Por ej.: el  $\text{SiO}_2$  ha pasado del 70,5% al 72,5% y algo parecido ocurre con los óxidos de sodio, calcio, potasio y hierro. No obstante, algunas propiedades han mejorado mucho con el paso de los siglos.

Es el caso de la transparencia. Los primeros vidrios eran bastante opacos, debido a sus muchas impurezas.

En el siglo XVII el secreto para fabricar vidrios transparentes era un monopolio de los venecianos. Para proteger su secreto se instalaron en la isla de Murano, en la laguna de Venecia. Y todavía siguen allí.

Últimamente los vidrios de sílice, utilizados para la fibra óptica, son transparentes a lo largo de decenas y centenares de kilómetros, con una atenuación mínima. (Bolufer, 2009)

### **TIPOS DE VIDRIO POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA**

1. Vidrio sódico (silicato de sodio y calcio). Es el vidrio ordinario que se emplea para elaborar vidrios planos, botellas, frascos y otros objetos varios. Tienen casi siempre un ligero color verde debido al hierro de las materias primas. Resisten a la acción disolvente del agua y los ácidos, tienen poco brillo.
2. Vidrio Potásicos. (Silicato de potasio y calcio). Se reemplaza, en el vidrio anterior, el sodio por el potasio. Son más duros que los anteriores, muy brillantes, resisten mejor las variaciones de temperatura y son muy resistentes a la acción del agua y los ácidos. Ejemplos: los vidrios de bohemia y los ópticos.



3. Vidrios Plúmbicos. (silicato de potasio y plomo). En este vidrio se ha reemplazado del anterior el calcio por el plomo. Tienen peso específico elevado y poseen notable esplendor, son muy transparentes, sonoros y refractan muy bien la luz. Dentro de estos vidrios se encuentran el cristal, el fint-glass empleado en óptica y el strass que sirve para elaborar piedras preciosas artificiales.
4. Vidrios Dóricos. Son vidrios en los que se ha reemplazado parte de sus componentes por anhídrido bórico, dando vidrios duros, resistentes al calor, para laboratorios por su bajo coeficiente de dilatación y debido a su bajo contenido en metales alcalinos y alcalino-térreos. Vidrios clásicos de este tipo son Pixier y Jena
5. Vidrio de cuarzo. Son vidrios obtenidos fundiendo sílice o cuarzo purísimo (99.5% de SiO<sub>2</sub>) generalmente en hornos eléctricos de resistencia a unos 1800°C.
6. Vidrios varios. Vidrios aluminosos, vidrios barilíticos, vidrios de cinc, etc.

### 2.1.2 TIPOS DE VIDRIO POR SU MÉTODO DE FABRICACIÓN



*Ilustración 7. Trabajo de vidrio soplado*

El proceso para la fabricación del vidrio no ha cambiado mucho desde los tiempos remotos. Los materiales son fundidos a alta temperatura y, una vez homogeneizada la mezcla, son vertidos sobre una superficie para que se enfríe, o pueden ser también soplados (método actualmente utilizado mayormente para realizar objetos artísticos en vidrio)

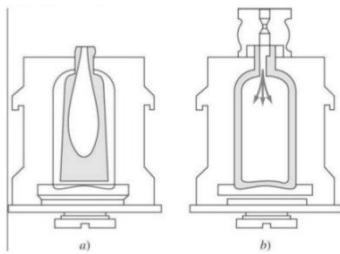


Ilustración 8. Esquema de vidrio soplado con molde

Una de las formas más comunes de vidrio en la actualidad es la laminada: placas de vidrio planas, muy usadas en la construcción. Cerca del 85% del vidrio plano que se produce se hace por el proceso de vidrio flotado, en el cual la tira de vidrio sale del horno fundido y flota sobre la superficie de un baño de estaño fundido, la tira de vidrio se enfría, mientras pasa sobre el estaño fundido, en una atmósfera controlada

química, sin embargo, no todo el vidrio plano es realizado por este método. A continuación, se muestra una caracterización de los tipos de vidrio más comunes, de acuerdo a su método de fabricación.

- Vidrio soplado: Técnica de fabricación de objetos de vidrio mediante la creación de burbujas en el vidrio fundido. Estas burbujas se obtienen inyectando aire dentro de una pieza de material a través de un largo tubo metálico, bien por medio de una máquina o bien de forma artesanal, soplando por el otro extremo, un sistema parecido al que se utiliza para hacer las pompas de jabón. Antiguamente, las láminas de vidrio eran hechas con este método, pero al no obtener láminas completamente planas, fue sustituido por otros métodos más eficientes.

Soplado, prensado y moldeado de vidrio. Los artículos hondos, como botellas, jarras y cubiertas de bombillas luminosas, se moldean generalmente por soplado, haciendo que el aire obligue al vidrio fundido a adaptarse a los moldes

- A) Etapas de recalentamiento
- B) Soplado final de un proceso de soplado de vidrio a máquina.



- Vidrio templado: es un tipo de vidrio de seguridad procesado por tratamientos térmicos o químicos, para aumentar su resistencia en comparación con el vidrio normal. Esto se logra poniendo las superficies exteriores en compresión y las superficies internas en tensión. Tales tensiones hacen que el vidrio, cuando se rompe, se desmenuce en trozos granulares en lugar de astillar en fragmentos dentados. Los trozos granulares tienen menos probabilidades de causar lesiones.



*Ilustración 9. Vidrio templado utilizado en automotriz*

- Vidrio Óptico. Su descubridor fue George Ravenscroft, quien en el siglo XVII se percató de que agregando óxido de plomo a la fórmula tradicional del vidrio, obtenía material incoloro transparente. Los vidrios ópticos son materiales amorfos inorgánicos. Como tales presentan una buena estabilidad mecánica, química y térmica. Al ser amorfos presentan isotropía, lo que resulta de vital importancia para fenómenos como la refracción. La gran resolución que exigen las aplicaciones de estos vidrios obliga a que su superficie esté libre de límites de grano. Esto obliga a establecer controles muy precisos en su fabricación, así como en los materiales de partida, lo que nos permite definir con precisión sus propiedades no ópticas.

Es el vidrio al que llamamos cristal de plomo por su transparencia y sonoridad; cualidades a las que se suma su apariencia muy similar a la del cristal de roca. Cuenta con un coeficiente de expansión térmica de 103, el cual lo vuelve idóneo para ser trabajado artesanalmente, sobre todo al permitir que sobre su superficie se hagan cortes de gran dificultad y belleza para crear las piezas que hoy se designan cristal cortado.



Debido a su pureza y transparencia, tiene un mayor poder de refracción y dispersión, por lo que también es utilizado como vidrio óptico en anteojos, telescopios, microscopios, cámaras fotográficas y otros instrumentos. Su utilización en el campo de la fotografía, obedece a la capacidad que tiene para dispersar la luz en toda la gama de colores, la cual pasa de manera uniforme a través del lente para plasmarse sin alteraciones en la película.

La mayoría de vidrios ópticos son silicatos diseñados para dar la máxima transmitancia en el espectro visible. En algunos casos los vidrios se diseñan a partir de materiales extremadamente puros para dar transmitancias importantes en el rango de los ultravioleta (UV) o el de los infrarrojos (IR).

- Vidrio armado. El vidrio armado es aquel vidrio que se obtiene por el proceso de colado y se le incrusta en su interior una malla metálica en forma de retícula, de manera que, si se rompe, los pedazos de vidrio quedan unidos al alambre evitando su caída y que estos puedan producir lesiones. Esto hace que sea apto para zonas de riesgo y en donde se necesita una seguridad adicional, aunque no se trata de un vidrio antirrobo. Sin embargo, este tipo de vidrio no se aconseja si se va a exponer a temperaturas extremas. Esto es debido a que la diferencia de comportamiento ante el calor o el frío es diferente en el vidrio y el metal, dando lugar a tensiones provocadas por la dilatación de ambos materiales que provocan la ruptura del vidrio. EL vidrio armado fue fabricado por primera vez en 1886 por el alemán August F. Siemens.

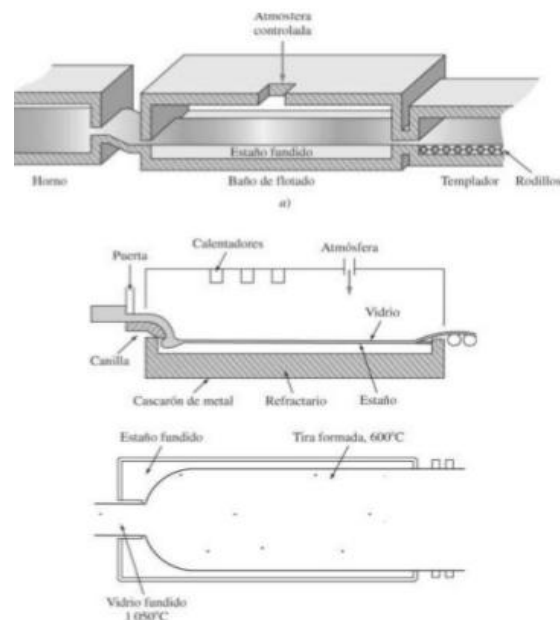


Ilustración 10. Proceso de creación de láminas de vidrio.





- Vidrio opalino: El vidrio opalino o vidrio lechoso (milk Glass) es un vidrio opalescente o semi traslucido, blanco lechoso o de color, soplado o prensado en una gran variedad de formas. Fabricado por primera vez en Murano en 1405 y popularizado en Venecia en el siglo XVI, se presenta en colores azul, rosa, amarillo, marrón, negro y blanco que es el más popular y le da el nombre.



*Ilustración 11. Copa de vidrio Opalino*

- Vidrio Flotado, vidrio para la construcción:

El método, también llamado “float”, fue inventado por Alatair Pilkington y ha sido adoptado como el método universal de fabricación para vidrio de alta calidad. Este proceso se basa en que la masa de vidrio –una vez fundida- se vierte sobre un baño de estaño líquido el cual posee una planimetría perfecta. El vidrio copia la superficie plana del estaño fundido, mientras se va enfriando, obteniendo así un vidrio con una planimetría perfecta, sin ondulaciones y un grosor uniforme:

1. Las materias primas son fundidas en un horno a una temperatura de 1500°C. una vez lograda la homogeneización, la masa de vidrio es vertida sobre un baño de estaño fundido. El conjunto vidrio-estaño avanza en una banda mantenida dentro de una atmosfera controlada para que desaparezcan las irregularidades. Como la superficie del estaño fundido es plana, el vidrio también lo será.
2. La cinta es producida con un espesor uniforme, el vidrio continúa enfriándose mientras avanza lo largo del baño de estaño fundido y entra al horno de recocido a aproximadamente 600° C. Este proceso es necesario para bajar lentamente la temperatura previniendo las tensiones internas que se producirían por un rápido enfriamiento.
3. Ahora está suficientemente frio (200°C) para ser cortado.



## **2.2 HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

Cuando se trata de manipular vidrio y de obtener resultados óptimos, lo más importante es tener las herramientas y el equipo adecuado. A nivel local hay ciertas limitantes en cuanto al acceso a estos recursos, sin embargo, con lo que existe en el mercado y sabiendo sacar provecho de recursos opcionales, el material puede ser trabajado a nivel y con calidad profesional tanto en el área de la construcción, como en el ámbito artesanal y artístico.

### **2.2.1 HERRAMIENTAS**

- Cortador para vidrio. es un dispositivo con una cabeza móvil a extremo, que en su punta tiene un pequeño disco de un material cortante, entre los que es muy común el tungsteno. Al otro extremo, los modelos tipo lápiz, por lo general poseen una esfera o una pieza que sirve para abrir el corte de manera controlada.

Existen diversos tipos de cortador de vidrio, pero para realizar un trabajo de calidad, es necesario usar uno profesional. Una marca muy reconocida es la Toyo, es japonesa y tiene una variedad de cortadores para todos los usos. Sobresalen entre ellos los de tipo lápiz, son reconocidos por su practicidad al momento de cortar, aunque requieren cierta presión para trazar el corte. Así también están los de pistola, que se caracterizan porque requieren hacer menos presión en el corte.

Partes del cortador: Mango, Perilla de ajuste, Indicador de corte, Hoja de diamante o tungsteno y Perilla de percusión

- Aceite lubricante. Sirve para mantener en buen estado la esfera de tungsteno del cortador, pero también sirve para limpiar el trazo o la línea de fractura por si hubiera algún tipo de grasa o algo que impida el trazo del cortador. Además, lubrica el corte permitiendo que la apertura del mismo sea más limpia y siga una línea recta.



- Regla de madera de 6mm. En caso de cortes rectos, lo más recomendable es el uso de una regla de madera, que sirve como guía de corte y da más exactitud. Es recomendable que la regla tenga un material antideslizante en una de sus caras, para evitar que se mueva durante el corte.
- Marcador para vidrio. preferentemente debe ser 0.5.
- Cinta métrica. Mucho más práctica que una regla, especialmente cuando las piezas son grandes.
- Tenaza plana para vidrio. Existe una gran variedad de tenazas para vidrio pero en el mercado local es más probable encontrar tenazas planas que son básicas para abrir cortes.
- Lija para vidrio. Aunque es posible utilizar otro tipo de lija, para mejores acabados, lo ideal es que sea para vidrio,
- Guantes para vidrio. para manipular las piezas grandes de vidrio es conveniente tener guantes de goma para vidrio, ya que además de proteger las manos, son antideslizantes, evitando accidentes.

### **2.2.2 PINTURAS PARA VIDRIO**

En el mercado local ya es posible adquirir pinturas para vidrio para cocción, sin embargo, hay limitantes en cuanto al color, y depende del proveedor que hasta ahora es único. Con anterioridad, era posible crear esmaltes a partir de fritas y óxidos, con efectos y colores únicos según el creador, pero con la entrada en vigencia de la ley de medicamentos en el año 2012, esta posibilidad se vio limitada, de modo que, para adquirir ciertos óxidos, son necesarios permisos especiales, y en otros casos es imposible adquirirlos, haciendo que el acceso a este tipo de esmaltes sea un poco complicado, limitado y de costos elevados.

La marca estadounidense Unique Glass colors, es la que se puede encontrar a la venta. Es muy fácil de usar en varios tipos de vidrio, y también puede usarse en cerámica.



Son fáciles de aplicar, son premezclados y solubles en agua, y se pueden mezclar entre sí, por lo que se puede crear una diversidad de colores. Son para cono 016, o 755°C por lo que se pueden usar tanto en horno cerámico como en horno para vidrio, además mantiene la atmosfera del horno limpia.

### **2.2.3 HORNOS**

Antes de hablar de los hornos, es importante tener en cuenta que el vidrio es un material creado por el hombre a partir de elementos que se encuentran en la naturaleza, y que han sido sometidos a la acción del calor, por lo que los hornos son fundamentales en la creación de este material, y de hecho son considerados como el corazón de cualquier taller que trabaje termo fundido o termo formado de vidrio.

Para la creación de productos a partir del vidrio existen diferentes métodos, que van desde la creación del vidrio de acuerdo a necesidades particulares determinadas por el uso que se le vaya a dar, hasta la manipulación del vidrio ya creado, como es el caso del termo formado y el termo fundido del vidrio, en este caso, flotado.

#### **2.2.3.1 EL HORNO Y LA COCCIÓN DEL VIDRIO**

El vidrio es el resultado de un proceso de cocción, que, al igual que su composición química, puede variar de acuerdo al uso para el que haya sido creado. Los hornos pueden ser muy diversos. Cuando hablamos de vidrio flotado, nos estamos refiriendo a un tipo de vidrio creado en un horno continuo, que alcanza aproximadamente 1800°C y que posee una banda continua con un baño de estaño sobre el que flota el vidrio, que es lo que le da la forma laminada, el grosor exacto y el nombre.



Este equipo especializado, también se encarga de enfriar gradualmente al vidrio, confiriéndole resistencia. Este procedimiento es uno de los descubrimientos más grandes en cuanto a la industria del vidrio, pues redujo costos y todo de calidad en cuanto a grosor y planimetría al material. En pocas palabras, como en la antigüedad, fue el proceso de cocción y el horno especializado para realizarla lo que marca una nueva etapa en el proceso de desarrollo del vidrio.

La importancia de la cocción y los hornos en la creación y manipulación del vidrio es innegable, tanto en el medio industrial, como en el artesanal y artístico. Los procesos investigados en el presente documento tienen los tres enfoques, industrial, artesanal y artístico, pero por el nivel de desarrollo de este rubro a nivel local aún pueden ser catalogados como artesanales, aunque se encuentran actualmente en desarrollo, y los hornos en los que se trabaja son de ambos tipos, artesanales e industriales.

Un horno es un espacio cerrado y aislado en el que se puede acumular grandes cantidades de energía térmica o calor, gracias a la acción de retención de calor que ofrecen las paredes refractarias y aisladas del horno. Los hay de distintas formas, tamaños, fuentes de energía y uso, pero cuando se trata de un horno para vidrio este debe alcanzar como mínimo una temperatura de 900°C. Además, debe ser preferentemente horizontal y las resistencias (en caso de ser eléctrico) o el mayor flujo de energía calorífica (cuando es de gas) deben concentrarse directamente sobre el vidrio, pero, en el caso de los hornos de gas, sin que la llama le llegue directo, pues esto puede generar un choque térmico o manchar la pieza. Si el horno fuera vertical, los resultados no serán los mismos, debido a que el vidrio necesita recibir directamente el calor para llegar a su punto de plasticidad y/o de fusión.



Para el termoformado y el termofundido de vidrio, los hornos pueden ser industriales o artesanales, siempre y cuando puedan alcanzar la temperatura para el proceso y tengan las características adecuadas para realizar las quemas.

Es importante tener en cuenta que cada horno es único, por tanto, para determinar una curva de temperatura adecuada es necesario experimentar con cada horno y con los tipos de vidrio que se desee trabajar, ya que, ciertamente es posible fundir todo tipo de vidrio, pero debe tenerse en cuenta el coeficiente de dilatación para cada tipo.

### **2.2.3.2 TIPOS DE HORNO PARA TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO DE VIDRIO**

Los hornos pueden clasificarse según sus características de uso y funcionamiento: industriales y artesanales; o según el tipo de energía que utilizan: de combustión o eléctricos.

Inicialmente, en la antigüedad los hornos para vidrio eran artesanales de combustión, es decir, funcionaban con carbón o leña. Lo que fue cambiando con el tiempo debido a que la atmosfera contaminada de los mismos generaba resultados no deseados en las piezas. Estos cambios van desde la forma o diseño del horno (ubicación de las chimeneas y la cámara de alimentación, diseño de la cámara de cocción, etc.) hasta el cambiar por completo la fuente de energía y optar por la electricidad, creando hornos con resistencias eléctricas, cuya atmosfera es más limpia y por tanto los resultados son más óptimos. La desventaja de este tipo de hornos es el elevado costo de las quemas.

A nivel local es más fácil adquirir un horno cerámico que uno para vidrio. Sin embargo, en el mercado existen los insumos necesarios para construir un horno de forma artesanal con quemadores y controladores de calidad.



Para esta investigación se estudiaron dos tipos de hornos, un horno industrial eléctrico, para termo fundido; y un horno artesanal de gas para termo formado, ambos diseñados para vidrio, y con la capacidad de fundir y termo formar.

A pesar de las diferencias que hay entre sí, las características comunes más relevantes en ellos tenemos:

- Capacidad de llegar a temperaturas altas (900°C o más) y de ser controladas estas, de acuerdo a las necesidades propias de la materia vítrea.
- Atmosferas limpias, adecuadas para el trabajo en vidrio
- Distribución horizontal del calor dentro de la cámara de cocción, que da directo a las piezas durante la quema
- 

Es preciso en este punto, recalcar que cada horno es único, desde su diseño hasta su capacidad. En este caso el horno eléctrico industrial utilizado para termo fundido, mide 1 m x 70 cm x 50 cm, y está compuesto por ladrillos refractarios y resistencias, y sus controladores estaban pre programados, de modo que la quema se puede programar con una curva automática o se puede hacer de forma manual, Dependiendo de la necesidad. Los moldes que se utilizan en este horno, son cerámicos, aunque es posible utilizar de otro tipo, y puede realizarse en el en termo fundido también utilizando la curva de temperatura adecuada. Las quemas en este horno duran alrededor de 8 horas.

El horno de termo formado que se utilizó mide 2.65 x 1.45 x 1.80 mt, fue diseñado por su dueño y elaborado de forma artesanal, sin embargo, sus controladores son industriales y las curvas de temperatura pueden programarse de forma automática y manual. Sus paredes son de fibra refractaria. Aunque este horno está diseñado para llegar a altas temperaturas, no se usa a más de 700°C aproximadamente, pues lo necesario para termo formar el vidrio flotado. Este horno de campana y es de gas, y los quemadores está ubicado en la campana, por ello cuenta con una especie de muro deflector, este recibe directamente la llama y la distribuye uniformemente en la cámara de cocción, que es la parte baja del horno. En este muro deflector, llamado por los artesanos, área de sacrificio, es posible realizar Vitrofundición, y podemos inferir por ello que en esa área la temperatura alcanza los 850°C. Las quemas duran como mínimo 4 horas.



### **2.2.3.3 CARGA DEL HORNO**

Al momento de realizar la quema, es importante saber distribuir la carga, primeramente, porque el vidrio necesita que el calor le llegue de forma directa. La carga del horno debe ser pareja, las piezas deben ser distribuidas de modo que la masa a calentar que absorbe el calor sea uniforme y no haya diferencias significativas de temperatura.

No se recomienda utilizar vidrios de diferente espesor juntos, pues cada vidrio responde a una curva determinada que varía según espesor y tipo de vidrio. Estas diferencias pueden generar accidentes especialmente cuando las piezas son de gran tamaño.

### **2.2.3.4 CURVAS DE TEMPERATURA**

Llamamos curva de temperatura al ascenso y descenso gradual de temperatura dentro de una quema, y debe hacerse de esa forma porque el vidrio por su poca conductividad térmica, tiende a sufrir de choques térmicos, o quebraduras al hacer un cambio brusco de una temperatura a otra. Esta curva es la combinación temperatura/tiempo necesario para trabajar el vidrio bajo la acción del calor.

El ascenso de la curva Puede llevar dicho material a su punto de plasticidad, que es el adecuado para el termo formado (650-700°C aprox.) y a su punto de fusión o termo fundido (850° aprox.)

El descenso gradual es el que le confiere resistencia al vidrio, pues le libera de las tensiones adquiridas durante el ascenso. Estas tensiones se adquieren especialmente en el punto más alto de la curva, pues es donde se producen los cambios físicos y térmicos más drásticos.

Por tanto, las quemas deben durar el tiempo necesario, de acuerdo al objetivo de quién la realice y al tipo de vidrio que se esté utilizando. Si fuera muy corta, el vidrio puede acumular tensiones y romperse fácilmente. Si fuera muy larga el vidrio desvitrificarse o perder su transparencia.





Curva sugerida para fundir vidrio flotado (Fabrica argentina de hornos):

- El calentamiento inicial debe ser muy lento, y debe llegar 380°C. esta temperatura debe mantenerse entre 20 y 40 minutos. Esta es llamada “temperatura critica, pues es donde se produce la primera gran dilatación del vidrio, por tanto, es conveniente pasarla lentamente o incluso hacer una meseta entre 20/30 mins.
- A la ascender a 520/540°C el vidrio empieza a ablandarse, es decir, llega a su punto de “plasticidad”. A esta temperatura es conveniente que la curva de calentamiento sea suave otros 20/30 minutos.
- Una vez superados los 520/540°C es posible dar velocidad máxima a nuestro horno hasta completar la horneada 780/800°C, sin peligro de que el vidrio sufra algún daño.
- Al llegar a 780/790°C, los vidrios están blandos, toman la forma del molde y se funden entre sí. Podemos mantener esta temperatura hasta que se haya completado la deformación y el moldeado del vidrio, entre 5/10 minutos. Es necesario pasar esta etapa rápidamente para evitar la desvitrificación (perdida de transparencia del vidrio)
- Una vez llegamos a los 800°C es necesario empezar el descenso gradual, para detener la deformación del vidrio. este descenso puede ser más rápido que el ascenso, sin apagar el horno, pues ir de a pocos en el descenso libera al virio de tensiones confiriéndole resistencia sin perder la transparencia.
- La “temperatura final” está determinada por el tipo de vidrio que utilicemos. A mayor tiempo de calentamiento, menor temperatura final. Pero 510°C es una temperatura aceptable para poder apagar el horno y dejarlo enfriar, para posteriormente extraer las piezas.



### **2.2.3.5 DIFERENCIAS ENTRE UN HORNO CERÁMICO Y UN HORNO PARA VIDRIO TERMO FORMADO Y TERMO FUNDIDO**

El vínculo existente entre la cerámica y el vidrio es muy íntimo, una depende de la otra para lograr la más alta calidad en sus resultados. A pesar de la independencia del desarrollo técnico de cada uno de los materiales, históricamente en su desarrollo han tenido encuentros importantes, desde los hornos, y los crisoles para vidrio que han sido y son cerámicos, hasta la cerámica vidriada y producción artística actual, en la que muchos artistas han tomado la cerámica como punto de partida para poder trabajar el vidrio, ya que ambas disciplinas forman parte de las denominadas “artes del fuego”.

El vidrio posee características propias muy distintas a las de la cerámica, aunque es posible fusionarlos, y es evidente en objetos de uso cotidiano de carácter artesanal y artístico, e incluso en construcciones monumentales actuales. Para lograr esta fusión han sido siglos de investigación y experimentación, con dos materiales tan parecidos, pero tan distintos a la vez.

Los procesos de transformación de cada uno requieren de la acción del calor, sin embargo, por su composición, este se aplica de distintas formas y con distintos equipos. Hablemos pues de las diferencias entre los hornos cerámicos y los hornos para vidrio termo formado y termo fundido

- El horno, forma y diseño. Los hornos para cerámica pueden ser verticales y horizontales, y pueden tener pisos. El horno para vidrio termo formado y termo fundido en cambio debe ser idealmente horizontal, y con un solo piso, de modo que el calor llegue directamente a las piezas de vidrio en la cámara en cocción. Los hornos cerámicos eléctricos generalmente tienen las resistencias en los laterales porque necesitan transferir el calor a todos los pisos. Los hornos para vidrio en cambio, tienen las resistencias en la parte de arriba para direccionar el calor directo a las piezas.



- Control de temperatura. Para la cocción cerámica, los cambios de temperatura pueden ser más rápidos debido a su resistencia térmica por lo que se puede trabajar con picos de temperatura y las quemadas pueden tener una duración más corta. Para el vidrio en cambio se necesitan un ascenso y descenso gradual y controlado, haciendo pausas en ciertos momentos, esto para evitar que la pieza de vidrio sufra de un choque térmico durante la quema y se dañe. Por tanto, en horno para vidrio necesita tener controles de temperatura más dinámicos y exactos. Los hornos industriales para vidrio vienen con curvas de temperatura programadas, de modo que las quemadas se pueden hacer automática y manualmente. A diferencia del horno cerámico, que, si bien trae su programación automática, esta ha sido diseñada para cuerpos cerámicos.
- Conducción del calor. Al momento de la cocción, una de las diferencias más importantes es que la cerámica es una excelente conductora térmica, y transmite el calor entre sí y lo que le rodea, por lo que no existe mayor inconveniente si el calor no llega directamente a las piezas en cocción, porque este se transmite de una a otra pieza, para sí y entre sí debido a que cumple con las tres formas de transmisión del calor: conducción, convección y radiación. El vidrio en cambio es un mal conductor, por lo que necesita que el calor le llegue de forma directa a la pieza para poder transformarse. Por tanto, el horno para vidrio debe distribuir el calor de forma uniforme dentro de una única cámara de cocción y llegar directo a las piezas, mientras que el horno cerámico puede tener pisos y las piezas reaccionan prácticamente de igual forma en un piso u otro.
- Atmósfera del horno. La cerámica, por su naturaleza, tiene a contaminar la atmósfera del horno porque libera gases durante la cocción. El vidrio en cambio es un material mucho más limpio, y aunque en él se aplican esmaltes, estos no son tan contaminantes como los de la cerámica, debido a la naturaleza del vidrio: no es poroso, no contiene materia orgánica, entre otros.



Por tanto, la atmósfera del horno de vidrio es mucho más limpia que el de cerámica. Al realizar una quema de vidrio en un horno para cerámica, es probable que la pieza se manche, debido a la contaminación del horno.

- Nivel de temperatura. El horno cerámico debe alcanzar 1200°C, mientras que el horno para vidrio termo formado o termo fundido, solamente necesita llegar a 900°C.

Un horno cerámico, ciertamente puede ser utilizado para hacer vitrofusión, termo fundido o termo formado de vidrio, sin embargo, los resultados no serán los mismos, por las diferencias ya mencionadas, por lo tanto, aunque es posible, no es lo más recomendable. De igual forma un horno para vidrio puede ser utilizado para cerámica, pero se corre el riesgo de contaminar la atmosfera del horno, afectando las futuras quemas de vidrio.

En cuanto a la combustión, de acuerdo a las observaciones realizadas en la investigación, los hornos para vidrio al igual que los hornos para cerámica, pueden ser eléctricos o de gas, siempre y cuando se sepa mantener una atmosfera limpia, y en el caso de los hornos de gas, la llama no debe dar directamente a las piezas pues esto puede generar un choque térmico en ellas.

En cuanto a los tamaños, estos pueden ser diversos, aunque por lo general, el horno eléctrico para vidrio tiende a ser más pequeño que el horno cerámico. Lo importante es que la temperatura se distribuya de la forma adecuada hacia las piezas.

La carga del horno para vidrio es muy parecida a la carga de un horno para vidrioado cerámico. Debe haber una distancia prudencial entre ellos, pues de colocar muy cerca las piezas estas pueden fundirse entre sí.



## **2.4 PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS: CORTE DE VIDRIO, TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO**

Para realizar los procesos de termo formado y termo fundido, es necesario tener conocimientos básicos del corte y la manipulación del vidrio, pues, aunque el punto culmen de ambos procesos es la cocción, para llegar a él, antes deben prepararse las piezas a utilizar.

### **2.4.1 CORTE DE VIDRIO**

Existen diferentes tipos de cortadores de vidrio, desde la línea de uso común hasta la línea uso profesional en este ejercicio se hará uso de un cortador de gama Profesional de agarre tipo lápiz, el cual proporciona un corte exacto, y puede ser más sencillo de utilizar para principiantes.

Para realizar un corte limpio es necesario sujetar eficazmente el cortador ya que la línea de corte a trazar debe ser sin ninguna interrupción.

El cortador tiene un indicador de corte en la parte superior del sujetador de la hoja de diamante, siempre hay que asegurarse que el sujetador este hacia arriba de modo que podamos ver la línea del indicador de corte.

Con el dedo medio se maneja el sujetador de la hoja de diamante del cortador con este podemos realizar cortes curvos amplios moviendo suavemente el dedo medio hacia arriba para guiar el giro de corte necesario. El dedo índice y el dedo pulgar sirven de agarre y es en estos dos dedos en donde se genera mayor presión a la hora de realizar los cortes en el vidrio.

Es necesario mantener un lapso de descanso entre cortes debido a que la presión de sujeción que se realiza con este tipo de cortador puede generar con el paso del tiempo artritis.



El corte de vidrio puede realizarse de forma libre, con guía, y soporte:

- El corte libre es un corte limpio y con buena precisión en el material, este corte requiere de mucha experiencia y practica especialmente en la ejecución de curvas.
- El corte con guía es recomendado para principiantes junto con el corte con soporte ya que proporciona una mejor orientación dentro de la ejecución del corte, para esto se requieren de marcadores permanentes con los que marcar las líneas deseado.
- El corte con soporte también es recomendado para principiantes mientras se acostumbra a dominar la presión de la mano al momento de realizar el corte en el vidrio, esto proporciona un corte más acertado; para ello puede utilizarse una regla de madera, una lámina de metal o algún otro material que nos proporcione la línea recta sin irregularidades.

Como último paso, y aunque durante la quema los bordes del vidrio se suavicen, es necesario matar el filo de la pieza recién cortada con una lija para vidrio, especialmente cuando es de gran tamaño, para evitar accidentes.

#### **2.4.2 TERMOFORMADO**

El termo formado de vidrio es la deformación de una lámina plana de vidrio bajo la acción del calor. Se trata de llevar al vidrio a su punto de plasticidad (650°C-700°C para vidrio flotado), un estado previo a la fusión; ya sea de acuerdo a un molde elaborado de materiales resistentes a curvas de temperatura ascendentes de 200° a 700°; o bajo la técnica llamada caída libre, en la que también se utiliza una base resistente al calor, sobre la que se coloca una pieza de vidrio, pero se le permite caer libremente.



Esta técnica, aunque es antigua, en la actualidad ha sido muy explotada, con ella se pueden crear inclusive sillas y mesas de vidrio, y cuando cumple los estándares de calidad y seguridad, también puede ser utilizada en la construcción. A nivel local, es utilizada en vitrinas, muebles, peceras, entre otros, pues estéticamente rompen lo hierático del cuadrado común, suavizando los espacios de una manera simple, pero a la vez elegante. Del mismo modo a nivel artístico esta técnica, aunque ha sido poco explotada a nivel local, tiene un gran potencial.

#### 2.4.2.1 PROCEDIMIENTO

**Paso 1. Selección del vidrio.** Para poner en práctica esta técnica, es fundamental conocer la naturaleza del vidrio que se va a trabajar (para este caso sería el flotado o float), ya que de ello depende la temperatura a utilizar durante la quema. Las formas más simples de identificar el tipo de vidrio son conociendo su origen: generalmente, los vidrios de ventana son vidrios flotados; los vidrios de color, como los de botellas pueden tener diversos orígenes, por lo que, en ambos casos es necesario realizar pruebas previas de cada tipo de vidrio para determinar la temperatura necesaria para llegar a su punto de plasticidad o de moldeado.

**Paso 2. El corte del vidrio.** Desde un cuadrado o un círculo, hasta la forma más abstracta de acuerdo a la necesidad del creador. Las piezas de vidrio pueden cortarse con un cortador diamantado. Hay diversidad de ellos en el mercado, pero a nivel local, entre los mejores tenemos la marca Toyo en sus diversas presentaciones. El corte del vidrio con un cortador de este tipo, es básicamente el trazo de una ranura casi superficial sobre el vidrio, que una vez realizada, pasa a abrirse ya sea con una tenaza especial para vidrio o, cuando ya hay experiencia técnica, puede hacerse también directamente con las manos.



**Paso 3. Matado de filo del vidrio y aplicación de talco.** Antes de colocar en el horno, es necesario matar el filo del vidrio. Esto previene accidentes en su manipulación al momento de colocar en el horno. También debe agregarse una capa fina de talco o caolín entre una pieza y otra, espolvoreando en ambas caras de la lámina de vidrio y limpiando, de manera que la capa sea lo más fino posible. Esto sirve para que las piezas no se unan entre si al llegar a su punto más alto de temperatura durante la quema.

**Paso 4. Molde o soporte para el vidrio.** Cuando se va a hacer uso de un molde para termoforado, además de la forma uno puede decidir el material a utilizar.

De acuerdo a lo experimentado esta investigación, el hierro es un material muy bondadoso y accesible, y con los recursos adecuados es posible producir piezas de calidad y gran tamaño a partir de este recurso.

Otra opción es la arcilla blanca. Por su resistencia a las altas temperaturas, y su maleabilidad es uno de los materiales más utilizados para este tipo de moldes, sin embargo, a nivel local uno de los inconvenientes que tiene es que es difícil de conseguir y su alto costo en el mercado, pero si se trata de piezas pequeñas es ideal.

Así también se pueden utilizar moldes de otros metales, pero que tienen una vida útil muy corta, pero pueden ser muy útiles especialmente cuando se trata de piezas artísticas.

**Paso 5. Antiadherente o desmoldante.** Cuando se van a utilizar moldes e imprescindible el uso de antiadherentes que pueden ser caolín, o talco simple. Estos tienen la función de mantener separada la pieza de vidrio, del molde sobre el que se la coloca, por tanto, luego de montar el molde adentro del horno, este debe ser cubierto por una capa ligera de antiadherentes.





En el caso de los moldes de hierro de gran tamaño, antes del antiadherente, se coloca una tela fina de fibra de vidrio, sobre la que se espolvorea una capa fina y uniforme de antiadherente. Esta tela sirve también para mantener separada la pieza del hierro, y evita que el calor del hierro llegue de manera directa al vidrio reduciendo marcas o burbujas en el vidrio. Cabe destacar en este punto que la temperatura asciende más rápidamente en el hierro que en el vidrio por la naturaleza de cada uno de los materiales.

**Paso 6. Pre calentamiento del horno.** Ya con los moldes al interior, se procede a precalentar el horno a 250°, esta temperatura es a la vez el punto de partida de la curva que vamos a utilizar.

**Paso 7. Colocar el vidrio sobre el molde.** El vidrio por ser plano debe ser colocado de acuerdo a un centro, para evitar que se mueva o que salga distinto a lo esperado.

**Paso 8. Quema.** Una vez colocadas las piezas de vidrio sobre los moldes, se da inicio a una curva de temperatura, es decir a un ascenso gradual que puede variar de acuerdo al horno y/o al resultado que se pretenda obtener. Para el caso de investigación de utilizo una curva simple, que partía de los 250°, y en tres horas se elevaba hasta 650°, bajando en dos horas nuevamente a 250°. Este sube y baja gradual de temperatura, tiene dos objetivos fundamentales: el punto más alto de temperatura lleva el vidrio flotado a su punto más blando sin llegar aun a fundirse. Este se mantiene así por un periodo más largo que los estadios anteriores, pues además esto de da resistencia al vidrio, y su descenso gradual, además va liberando todas aquellas tenciones que pudieron haber quedado en el cuerpo vítreo durante el ascenso de temperatura.

**Paso 9. Apertura del horno.** Una vez se ha descendido a los 250°, es posible abrir de manera gradual el horno. Debe hacerse de esta forma para evitar que una corriente de temperatura fría ingrese a la cámara del horno y pudiera ocasionar alguna ruptura de las piezas por choque térmico.



Cabe mencionar que, aunque es posible, y depende principalmente del tipo de horno, por lo general los hornos para vidrio no tienen pisos debido a las características propias del material, que necesita de la acción directa de la temperatura para lograr el efecto deseado. Caso contrario, de acuerdo a las experiencias observadas en esta investigación, si hubiera pisos, las piezas colocadas en el segundo piso, no quedarían iguales a las del primero debido a que el calor no llega a las piezas de la misma manera. Un efecto muy parecido al de la cerámica, pero en el vidrio esta diferencia es mucho más evidente que en la cerámica, debido a que el vidrio no es igual de refractario que la cerámica.

**Paso 10. Obtención de piezas.** Estando el horno y las piezas en su interior a temperatura ambiente, es momento de extraer las piezas. En este punto es posible realizar cortes en el vidrio, de acuerdo a la necesidad

### 2.4.3 TERMOFUNDIDO

El termo fundido consiste en la unión de una o más piezas de vidrio superpuestas, esmaltadas o no, fundidas entre sí, y su principio fundamental es la compatibilidad entre los vidrios a fundir. Las piezas son colocadas dentro de un horno y son llevadas a su punto de fusión, ese estado en el que, gracias a la acción del calor, el vidrio toma consistencia de caramelo y puede fundirse con otro, aproximadamente a 850°C para el vidrio flotado.

Esta técnica fue creada en la antigüedad, en Egipto, y era muy utilizada para crear cuentas de vidrio, o joyería, igual que muchos emprendimientos actuales a nivel local, sin embargo tiene un campo de acción muchísimo más grande, especialmente a nivel artesanal y artístico, pues se pueden crear tanto objetos decorativos como utilitarios, y si la técnica se maneja de la forma adecuada, los resultados pueden ser de alta calidad, con productos que poseen todas las características del vidrio (impermeables, antisépticos, entre otras), estéticamente agradables y muy resistentes, además de ser altamente reciclables.



### 2.4.3.1 PROCEDIMIENTO

**Paso 1. Modelo a escala.** Es necesario hacer un estencil o plantilla del diseño que se vaya a crear, pues este servirá como plantilla para hacer los cortes en el vidrio. En caso de ser principiante, se recomienda no hacer curvas cerradas, pues estas complican los cortes.

**Paso 2. Selección de vidrio.** Debe elegirse vidrio del mismo tipo, preferentemente del mismo origen. Puede experimentarse con piezas de vidrio de color siempre y cuando estas sean pequeñas, pues entre mayor es el tamaño, más probabilidad hay de que haya un rompimiento debido a la naturaleza distinta de los materiales y a los coeficientes de dilatación de cada uno: un vidrio encoge, o funde más que el otro, provocando rupturas en la pieza ya fundida.

**Paso 3. Corte de vidrio.** Utilizando la plantilla se van realizando los cortes con ella como guía. El grosor que se pretenda dar a la pieza, depende la cantidad de láminas de vidrio a utilizar, Por tanto, esto determinara la cantidad de veces que se vaya a hacer una misma pieza. Es recomendable usar un cortador profesional tipo lápiz, para mayor precisión en los cortes,

pues estos deben coincidir entre sí. Después del corte, puede o no matarse filo a las piezas, aunque es preferente hacerlo cuando las piezas son de gran tamaño.

Para cortar:

- Se marcan las líneas de corte basándose en el diseño a escala, ocupando un marcador permanente de 0.5 mm
- Una vez ubicada la cabeza del cortador donde se encuentra el indicador de corte, Se trazan las líneas de corte.
- Después de marcar la línea se debe ejercer presión en el vidrio para separar o abrir el corte. Esto puede hacerse con una tenaza para vidrio o con las manos si se tiene experiencia.



**Paso 4. Limpieza de las piezas.** Después del corte se deben limpiar las piezas de cualquier residuo: aceite del cortador, marcas de plumón, o cualquier otro elemento que pudiera ser un contaminante para los esmaltes. Para ello se lava cada pieza con jabón quita grasa o alcohol y luego deben secarse para poder aplicarle el esmalte.

**Paso 5. Esmaltado.** Los esmaltes pueden adquirirse en las tiendas locales de insumos para cerámica, pero, aunque se pueden utilizar con cerámica, deben ser para vidrio p para cono 016, si se va a utilizar vidrio flotado. La marca Satélite es la que se encuentra, esta es diluirle en agua y es posible mezclarla de modo que se pueden obtener variedad de colores. A pesar de la entrada en vigencia de la ley de medicamentos y las limitantes que esta implica para tener acceso a ciertos óxidos, aún es posible encontrar en el mercado local el vidrio pulverizado llamado frita, y ciertos óxidos con los que se pueden obtener otros efectos sobre el vidrio, mas es una gama de color bastante limitado.

- El esmalte debe agitarse antes de su uso. Se observa en la base del recipiente que tan diluido se encuentra, se necesita volver a agitar el recipiente hasta que desaparezcan los grumos.
- Para la aplicación de los esmaltes se necesitan pinceles sintéticos de lengua de gato bien limpios.

La aplicación de la pincelada puede realizarse en varias formas, de ellas depende lograr efectos en el vidrio, desde burbujas pequeñas y grandes, hasta cortes y combinaciones de color en las piezas:

1. Pincelada de puntada: se realiza llenando la punta del pincel con esmalte y punteando en la zona que se desea esmaltar, para este ejercicio se esmaltaron las caras internas del vidrio para luego ser unidas. La aplicación de la pincelada debe ser continua y espesa.



2. Pincelada capa sobre capa: se realiza con pincel plano y se aplican capa sobre capa esperando a que cada capa seque para una nueva aplicación y en dirección transversa

### **Paso 6. Quema, Ciclo de horneado.** Preparación del horno industrial

1. Aplicación antiadherente o desmoldante. Al momento de colocar las piezas en el horno debe esparcirse una capa de caolín sobre el piso del horno, que ayuda como antiadherente durante el proceso de horneado, para que las piezas no se peguen al piso del horno.
2. Carga del horno. Al igual que en una quema de vidrioado cerámico, las piezas de vidrio se distribuyen dentro del horno con una distancia prudencial debido a que el vidrio tiene a fundirse y existe la probabilidad de que, en este proceso, las piezas aumenten un 3% su tamaño original, por lo que, si estuvieran las piezas juntas, podrían pegarse entre sí.
3. Para dar brillo. Una vez colocadas las piezas, se rocían con una ligera capa de bórax mezclado con agua, este por ser un material vítreo de baja temperatura, da brillo a las piezas, que sin este elemento tienden a salir opacas.
4. Curva de temperatura. En el caso de la vitro fusión o termo fundido, el horno que se utilizo era industrial, por lo que contaba con curvas programadas. Para este caso particular, se ascendió de 250°C hasta llegar a 1000°, en un periodo de aproximadamente 4 horas. El descenso duro el mismo periodo de tiempo. La curva es simple, y es una sola, a diferencia de otras propuestas donde se plantea que deben ser dos curvas. El ascenso inicial lento, lleva al vidrio su punto de fusión, y el descenso lento le provee de resistencia y libera tensiones.



5. De acuerdo a las pruebas realizadas, es posible fundir vidrio en menos tiempo, sin embargo, al hacerlo de manera rápida, es posible que las piezas queden tensas por los cambios bruscos de temperatura, de modo que piezas se obtiene piezas frágiles. Esto puede solventarse sometiéndolos a

Una nueva quema para eliminar tensiones, pero en cuanto al uso de recursos, prácticamente vendría siendo lo mismo que si la quema se realizara bajo una curva en los tiempos normales.

Finalmente, al terminar la quema y llegar a temperatura ambiente, las piezas se retiran del horno y se les da una limpieza para retirar el caolín de la base.



## **RESUMEN CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE LAS TÉCNICAS DE TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO**

Como segunda parte: el estudio del vidrio como materia prima, su caracterización y tipificación; las herramientas y los hornos para vidrio su caracterización y tipificación; y los procedimientos técnicos para la realización de termoformado y termofundido de vidrio flotado

Al momento de manipular el vidrio es fundamental saber de qué tipo de vidrio se trata, para saber trabajarle con la técnica e incluso la temperatura adecuada. Por tanto para iniciar este segundo capítulo se hará una descripción del vidrio en general, y luego una tipificación por método de fabricación y por composición química, con el objetivo de conocer las características básicas para poder identificarle y seleccionarle.

A continuación se describirán las herramientas a utilizar para realizar las técnicas y se hablara sobre los hornos para termoformado y termofundido de vidrio, sus características básicas, y su funcionamiento, así como el de las curvas de temperatura, y una diferenciación entre un horno cerámico y un horno para vidrio.

Le siguen los procedimientos técnicos: corte de vidrio, termo formado y termofundido, cada uno explicado paso a paso y en términos generales para dar una idea al lector sobre qué hacer, pero también dándole la libertad de experimentar cada procedimiento, pues el resultado efectivo del proceso depende de la destreza que se haya logrado en el: el conocimiento de los materiales, la técnica y el horno, ya que cada horno es único.



# CAPITULO III

## EL VIDRIO COMO RECURSO PARA LA EXPRESION: APLICACIÓN DE LAS TECNICAS





## **CAPÍTULO III**

### **EL VIDRIO COMO RECURSO PARA LA EXPRESIÓN: APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS**

#### **3.1 ELABORACIÓN DE LOGOTIPO DE LA ESCUELA DE ARTES, PIEZA ESCULTÓRICA CON VIDRIO FLOTADO TERMOFUNDIDO Y TERMOFORMADO**

Durante el planteamiento de la investigación, el equipo se vio con la necesidad de realizar un muestrario de los resultados obtenidos del proceso de experimentación de las técnicas de termofundido y termofundido. Después de una discusión colectiva entre el asesor y los miembros del equipo de investigación, se llegó al acuerdo de que, además de elaborar un muestrario convencional, se realizara una pieza utilizando las muestras obtenidas, y se decidió elaborar el logo de la Escuela de Artes. Por un lado como un agradecimiento a la institución por parte del equipo, y por el otro como un aporte a ella, no solo para su identificación, si no también para su desarrollo en cuanto a la investigación sobre el vidrio como un material más para el uso artístico.

El objetivo principal de elaborar una pieza de vidrio con estas técnicas es comprobar que tienen un uso artístico y que es posible realizarla con los materiales y los recursos locales.

Esta pieza es el resultado de la experimentación, una conjugación de la teoría, la información obtenida a través de documentos físicos y virtuales de varias regiones; con la práctica cotidiana de los artesanos locales que se dedican a este rubro: el trabajo en vidrio bajo la acción del calor en el país. Por tanto, se trata ante todo de un muestrario, en el que cada pequeña pieza cuenta y documenta una experiencia, tanto en el termofundido, como en el termofundido.



La pieza está compuesta por dos partes básicas: el vitro mosaico, que es una composición de diversas piezas termo fundidas con aplicaciones de color distintas cada una; y el termo formado, que conforma la estructura del relieve de la pieza. La pieza tendrá como función identificar la escuela de artes de forma llamativa e innovadora.

### 3.1.1 Termofundido

Una vez seleccionado el diseño, el proceso de elaboración de la pieza escultórica se inició con la adoración del vitro mosaico, composición elaborada por piezas de diversas formas, tamaños y colores. Cada una de estas piezas fue realizada por medio de la técnica del Termofundido



*Ilustración 12. Piezas termofundido salidas del horno, Rony Hernández, San Salvador 2017*

#### 3.1.1.1. MATERIALES:

- Plantilla a escala
- Lamina de vidrio flotado claro de 3mm
- Cortador industrial Toyo japonés
- Tenaza plana para vidrio
- Marcador permanente de 0,5 mm
- Regla de madera de 50 cm
- Pinceles de lengua de gato sintéticos
- Esmaltes vítreos: Turquesa, amarillo, rojo, naranja
- Recipientes plásticos
- Jabón
- Mascón de cocina



### **3.1.1.2 ASPECTOS PREVIOS: COMPATIBILIDAD DEL VIDRIO Y COMPORTAMIENTO**

Al trabajar con vidrio bajo la acción del calor, es necesario identificar la composición y naturaleza del material a utilizar ya que la calidad de la muestra final depende en gran medida de ello.

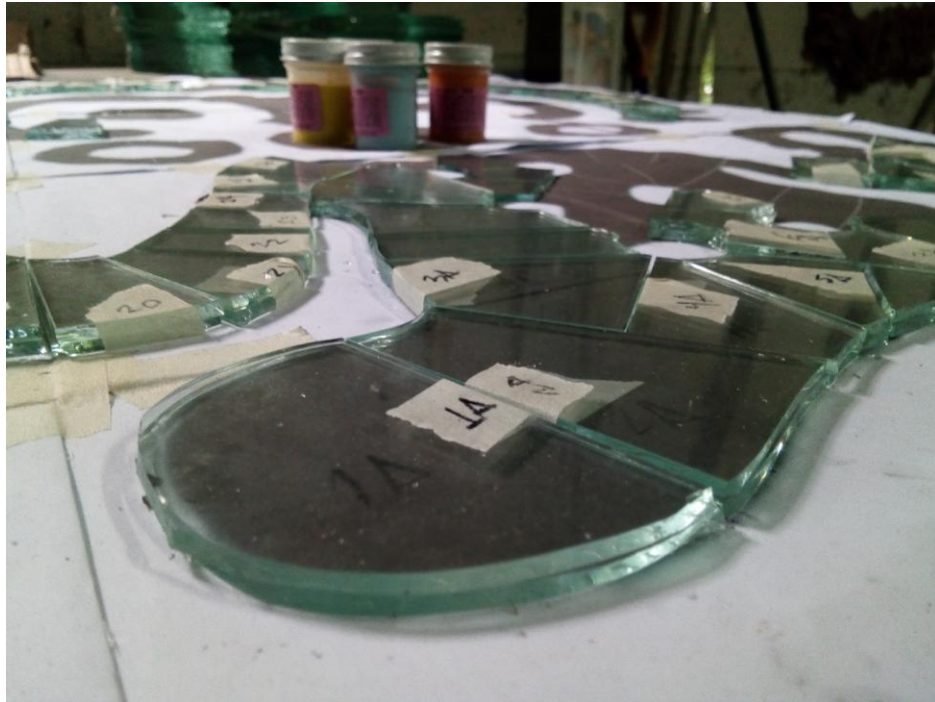
Al ser el vidrio el resultado de una composición química elaborada de acuerdo a cada necesidad, es un material tan común, como diverso. Es por eso que al momento de fundirlo es necesario asegurarnos que las piezas de vidrio a utilizar sean iguales, con una misma composición física y química, de preferencia del mismo origen. En este caso se hizo uso del vidrio flotado, para asegurarnos que el coeficiente de dilatación fuera el mismo y obtener resultados controlados.

En la muestra se pueden observar piezas de vidrio flotado negro de 5mm, fundido sobre vidrio flotado claro de 3mm, para lo que se obtuvo en resultado aceptable de acuerdo al uso, en los ojos de Tláloc. El resto de la composición son todas piezas del mismo tipo de vidrio flotado claro de 3mm esmaltadas.

### **PROCESO DE LABORATORIO**

El termoformado de vidrio, consiste en la deformación de una lámina plana de vidrio bajo la acción del calor para que esta tome la forma del molde sobre la que ha sido colocada. Para el vidrio flotado se necesitan entre 700 y 750°C para hacer llegar al vidrio a su punto de plasticidad.

El termofundido de vidrio consiste en la unión de dos o más piezas de vidrio, por la acción del calor. Para vidrio flotado, se necesitan entre 800 y 850°C para lograr el punto de fusión. Ambos procesos pueden realizarse puede realizarse en hornos para vidrio, o inclusive de cerámica, eléctricos o de gas.



*Ilustración 13. Piezas doble de vidrio a esmaltar para la vitrofundición, Rony Hernández 2017*

Esta investigación de carácter descriptivo consistió en compilar, sistematizar y emular los procesos utilizados por los en algunos talleres locales que se dedican al trabajo en vidrio

bajo la acción del calor, con el objetivo conocer los procesos para su aplicación artística. Y con los resultados del proceso, se realizó un muestrario que además cumple la función de ser una pieza que identifica a la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador.

Para la elaboración de la pieza-muestrario, se debieron realizar una serie de pruebas de aplicación de los esmaltes y cocción de las piezas vítreas ya esmaltadas, las cuales, una vez realizadas, formaron parte del vitromosaico.



### **Esmaltado.**

En cuanto al esmaltado, se pudo determinar que es posible generar efectos en la pieza dependiendo de la forma de aplicación y el secado del esmalte entre las dos piezas de vidrio, aun cuando la composición del esmalte, no sea precisamente para ello.



*Ilustración 14. Esmaltando piezas de vidrio según el patro del diseño, Rony Hernández, San Salvador 2017*

### **La pincelada se realizó de dos formas:**

- Pincelada de puntada: se realiza llenando el pincel con esmalte, y punteando en la zona en que se va aplicar.

La aplicación de la pincelada debe ser continua y espesa.

Para este ejercicio se esmaltaron las caras internas del vidrio para luego ser unidas, y en algunos casos se esmalto solamente la cara externa, es decir que no se colocó otra pieza de vidrio sobre el esmaltado.

En el primer caso el resultado fue aceptable, es decir, se mantuvo el color y este presento brillo después de la cocción.






En el segundo caso, las piezas se veían más oscuras, casi manchadas, y aunque el color se mantuvo, este lucía sucio. Las piezas de vidrio se fundieron entre sí, pero el cambio de color era drástico en relación a los demás, por lo que se decidió repetir esas piezas específicamente para mantener una armonía en la composición del vitromosaico.

- Pincelada capa sobre capa: se realiza con pincel plano y se aplican capa sobre capa esperando a que cada capa seque para una nueva aplicación y en dirección transversal

### Resultados.

Después de la cocción de las piezas se pudo observar el resultado de las formas de aplicación, para lo que tenemos tres efectos que pudieron generalizarse por su frecuencia:

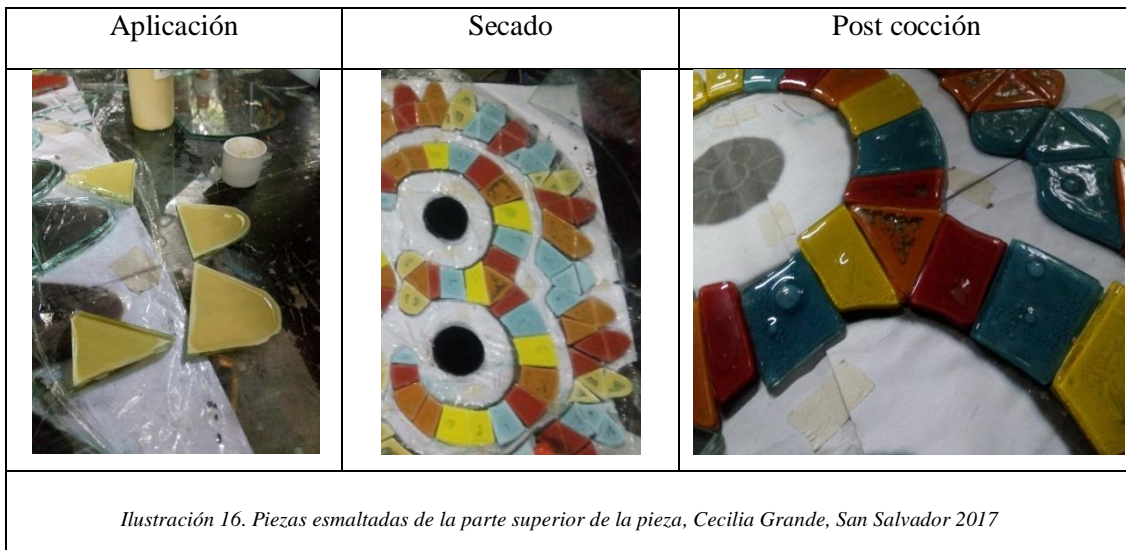
- **Efecto gota de agua:** antes de colocar una capa de esmalte se coloca una gota de agua, para que durante el proceso de horneado la gota de agua cree un efecto al evaporarse. El resultado post cocción es el esmalte fundido pero cortado, el color no es parejo en toda la pieza, sino más bien se observa seccionado.

Aplicación	Secado	Post cocción
		

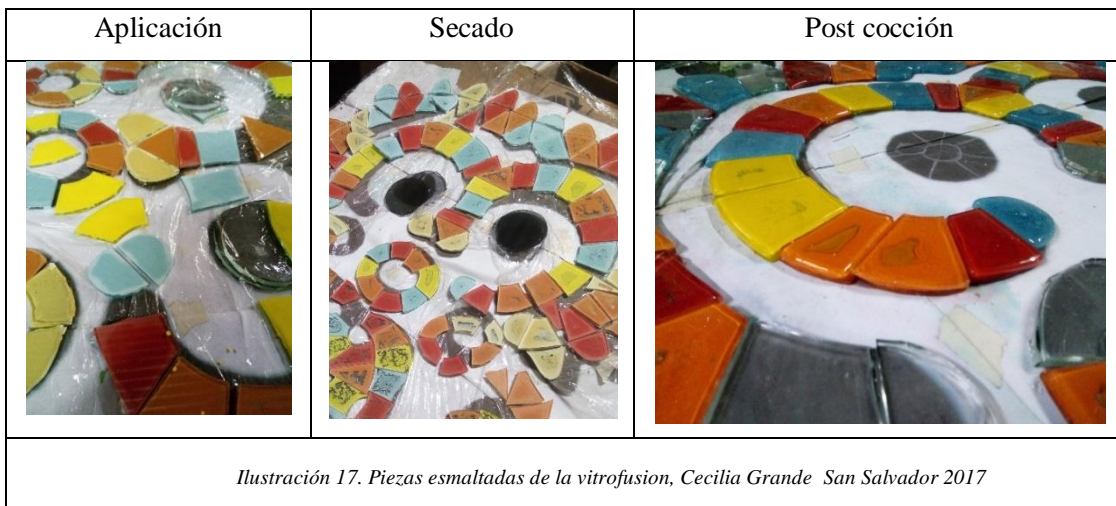
*Ilustración 15. Piezas esmaltadas de la parte inferior de la pieza, Cecilia Grande, San Salvador*



- **Efecto junta sobre fresco:** mientras las capas de esmalte se encuentran frescas se unen las piezas, esto crea un efecto de cuarteado en la pintura debió al escape de aire en el esmalte por presión. El resultado post cocción es mucho más uniforme, con pequeñas burbujas, y en algunos casos se observan burbujas grandes al centro.



1. **Efecto junta sobre seco:** se aplican capas homogéneas de esmalte y se espera a que el borde del esmalte haya secado alrededor de 2 mm, manteniendo el centro fresco se unen las piezas, también se puede dejar secar completamente y luego con unas cuantas gotas de esmalte se unen las piezas. El resultado post cocción es muy parecida al caso anterior.





Algunas observaciones:

- Es importante la limpieza de los bordes de las piezas una vez esmaltadas, para evitar manchas y/o contaminar otras piezas que se coloquen cerca durante la quema.
- El efecto obtenido depende parcialmente del tipo de esmalte utilizado. Estas pruebas fueron realizadas con esmaltes sin efectos, pero en el proceso se pudo observar que ciertos colores tienden más fácilmente a secar y por tanto a generar efectos como en cuarteado o las burbujas, como en el caso del turquesa utilizado en este ejercicio.
- Es posible generar efectos en el vidrio aun sin la aplicación de pigmentos. Para el caso de las burbujas, se pueden colocar algún tipo de material combustible, de menor tamaño que las piezas de vidrio, como, por ejemplo, hojas naturales, o incluso papel. Estos elementos se queman durante la cocción, y el oxígeno generado por ello busca salir, formando una burbuja muy sutil, con la forma del elemento que se colocó entre las dos laminas.



Conclusion:

Los efectos de burbuja en la vitrofusión pueden generarse a partir del uso de elementos que combústan entre las laminas o que contengan oxígeno, ya que el oxígeno en busca de salida, infla las piezas que empiezan a fundir, formando una burbuja con o sin forma entre las laminas de vidrio. Lo mismo sucede al unir las piezas con el esmalte muy húmedo.

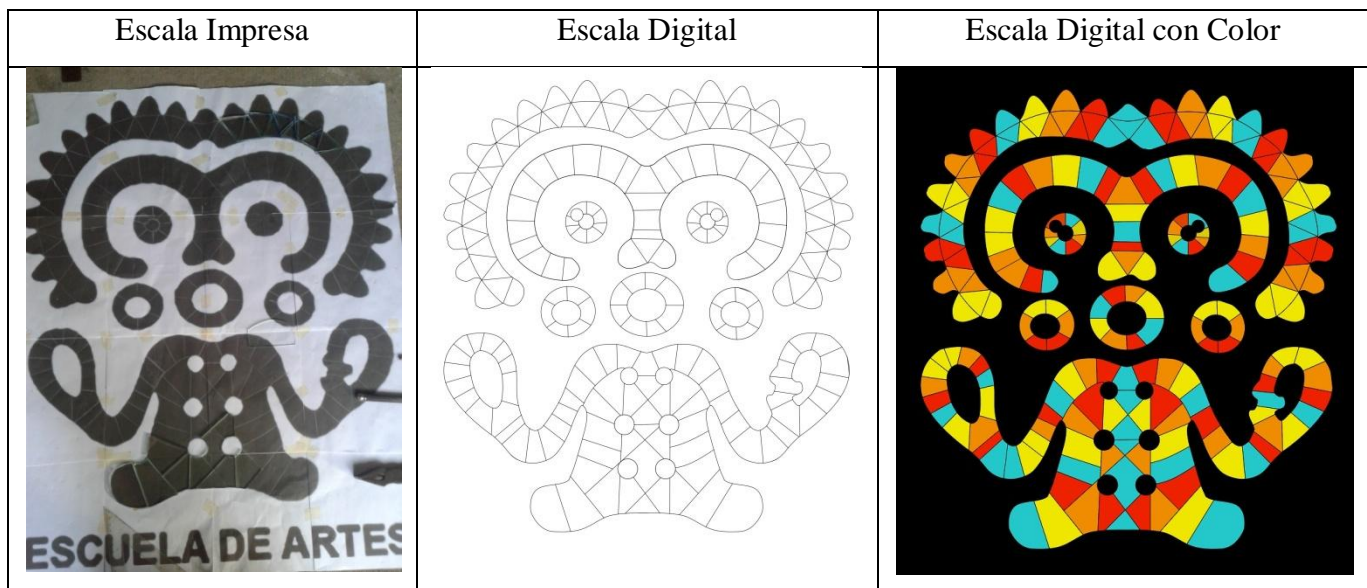




### 3.1.1.3 PROCESO TÉCNICO

#### Paso 1. Modelo a escala.

Se realizó una plantilla o estencil del diseño de Tláloc a escala real. Esta fue la guía para los cortes del vidrio. En este ejercicio el diseño a escala a utilizar ha sido el logo de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador con divisiones en su forma, tipo mosaico para distribuir los colores y para una mejor manipulación en el momento de horneado. Dicha escala inicialmente tuvo más de una propuesta digital la cual variaba en diseño y color, después de llegar a un acuerdo se eligió la propuesta de la siguiente imagen



*Ilustración 19. Modelo escala de la pieza escultórica*

Se decidió hacerse en piezas pequeñas a partir del diseño original del Logotipo de la Escuela de Artes UES para un acabado mucho más estético, el cual consta aproximadamente con 176 piezas realizadas mediante termofundido, al juntar todas las piezas se forma la figura del Tláloc de la Escuela de Artes UES.



## **Paso 2. Corte de vidrio**

- a) El vidrio utilizado para la pieza es vidrio flotado claro de 3mm y dos piezas de vidrio flotado negro de 5mm
- b) El cortador Toyo japonés tipo lápiz, que se utilizo es de gama profesional.
- c) Se marcaron las líneas de corte basándose en el diseño a escala, ocupando un marcador permanente de 0.5 mm,
- d) Una vez bien ubicada la cabeza del cortador donde se encuentra el indicador de corte, Se trazaron líneas de corte continuas.
- e) Después de marcar la línea se debe ejercer presión en el vidrio para separar o abrir el corte

Durante el ejercicio se realizó una pieza doble para cada parte del vitro-mosaico, de modo que ambas piezas debían encajar tanto entre ellas mismas como en la composición, por lo que se requería bastante exactitud en el corte.

## **Paso 3. Limpieza de las piezas.**

Posterior al corte, se procedió a limpiar las piezas de cualquier residuo: aceite del cortador, marcas de plumón, o cualquier otro elemento que pudiera ser un contaminante para los esmaltes. Para ello se lavó cada pieza con jabón quita grasa y luego se secaron para poder aplicarle el esmalte.

## **Paso 4. Esmaltado.**

Los esmaltes vítreos utilizados en este ejercicio son las tonalidades turquesas, amarillo, rojo y naranja de la marca Satélite para vidrio. Sin embargo, es posible encontrar en el mercado local el vidrio pulverizado llamado frita, y ciertos óxidos con los que se pueden obtener otros efectos sobre el vidrio.



1. El esmalte debe agitarse antes de su uso. Se observa en la base del recipiente que tan diluido se encuentra, se necesita volver a agitar el recipiente hasta que desaparezcan.
2. Para la aplicación de los esmaltes se necesitan pinceles sintéticos de lengua de gato bien limpios.

La aplicación de la pincelada fue realizada de dos formas

1. Pincelada de puntada: se realiza llenando la punta del pincel con esmalte y punteando en la zona que se desea esmaltar, para este ejercicio se esmaltaron las caras internas del vidrio para luego ser unidas. La aplicación de la pincelada debe ser continua y espesa.
2. Pincelada capa sobre capa: se realiza con pincel plano y se aplican capa sobre capa esperando a que cada capa seque para una nueva aplicación y en dirección transversal

Efectos experimentales

Durante el proceso las primeras muestras presentan diferente efecto

2. **Efecto gota de agua:** antes de colocar una capa de esmalte se coloca una gota de agua, para que durante el proceso de horneado la gota de agua cree un efecto al evaporarse. El resultado post cocción es el esmalte fundido pero cortado, el color no es parejo en toda la pieza, sino más bien se observa seccionado.
3. **Efecto junta sobre fresco:** mientras las capas de esmalte se encuentran frescas se unen las piezas, esto crea un efecto de cuarteado en la pintura debió al escape de aire en el esmalte por presión. El resultado post cocción es mucho más pareja, con pequeñas burbujas, y en algunos casos se observan burbujas grandes al centro.



4. **Efecto junta sobre seco:** se aplican capas homogéneas de esmalte y se espera a que el borde del esmalte haya secado alrededor de 2 mm, manteniendo el centro fresco se unen las piezas, también se puede dejar secar completamente y luego con unas cuantas gotas de esmalte se unen las piezas. El resultado post cocción es muy parecida al caso anterior.

### **Paso 5. Quema. Preparación del horno industrial**

1. Al momento de montar las piezas en el horno debe esparcirse una capa de caolín que ayuda como Desmoldante durante el proceso de horneado, existen otros tipos de materiales que ayudan a desmoldar las piezas y que estas no se peguen al horno en el momento de la fusión.
2. **Carga del horno.** Al igual que en una quema de vidriado cerámico, las piezas de vidrio y distribuyen dentro del horno con una distancia prudencial debido a que el vidrio tiene a fundirse y existe la probabilidad de que, en este proceso, las piezas aumenten un 5% su tamaño original, por lo que, si estuvieran las piezas juntas, podrían pegarse entre sí. Durante el ejercicio pudimos observar esta situación, que bien podría explotarse de forma creativa.



*Ilustración 20. Piezas obtenidas después de ser horneadas, termofundido. Rony Hernández. San Salvador 2017*



3. **Para dar brillo.** Una vez colocadas las piezas, se cubren con una ligera capa de bórax, que, por ser un material vítreo de baja temperatura, da brillo a las piezas.
4. **Curva de temperatura.** En el caso de la vitro fusión o termo fundido, el horno que se utilizo era industrial, por lo que contaba con curvas programadas. Para este caso, se ascendió de 250°C hasta llegar a 1000°, en un periodo de aproximadamente 4 horas. El descenso duro el mismo periodo de tiempo. La curva es simple, y es una sola, a diferencia de otras propuestas donde se plantea que deben ser dos curvas. El ascenso inicial lento, lleva al vidrio su punto de fusión, y el descenso lento le provee de resistencia y libera tenciones. De acuerdo a las pruebas realizadas, es posible fundir vidrio en menos tiempo, sin embargo, hacerlo de manera rápida hace que las piezas queden tensas por los cambios bruscos de temperatura, de modo que piezas se obtiene piezas frágiles.
5. **Obtención de piezas.** Finalmente, al terminar la quema y llegar a temperatura ambiente, las piezas se sacaron del horno y se les dio una limpieza para retirar el caolín de la base



*Ilustración 21. Piezas termofundido salidas del horno, Rony Hernández, San Salvador*



## 2.1.2 TERMOFORMADO

El proceso de termo formado requería inevitablemente tener lista la composición del vitro mosaico, pues a partir de ella se generaron los perfiles necesarios para elaborar moldes adecuados para darle el relieve a la pieza. Este proceso se realizó en un horno artesanal.

Se trabajó a partir de vidrio claro, que se esmerilo a manera de generar porosidad en el vidrio para posteriormente darle una capa de pintura negra y que esta pudiera agarrarse mejor de la superficie texturizada.

### 3.1.2.1 PROCEDIMIENTO

#### Paso 1. Revisión de perfiles y selección de moldes.

Antes de realizar el proceso de termo formado, se hizo una revisión del vitro mosaico y los perfiles del mismo para seleccionar los moldes a utilizar, a partir de los ya disponibles. En algunas partes del diseño, las curvas eran muy cerradas por lo que se utilizó un método distinto, pero siempre elaborado con vidrio termo formado.



Ilustración 22. Perfiles para moldes de Hierro, Rony Hernández 2018

#### Paso 2. Armado de moldes y colocación en el horno para precalentamiento.

Los moldes que se utilizaron fueron de hierro. Dos o tres perfiles de hierro sobre los que se colocan platinas a la medida del vidrio que se pretende termo formar.



Ilustración 23. Moldes introducidos en el horno para lograr las curvas deseadas mediante el termoformado. Rony Hernández, 2017



Una vez precalentadas a 250°C, se coloca sobre el molde fibra de vidrio y sobre ella se esparce talco, de modo que el vidrio no tenga contacto directo con el hierro, ya que, por la naturaleza de cada uno, elevan su temperatura de forma distinta. De no utilizarse la fibra, el vidrio podría dañarse en vidrio debido al choque térmico causado por el calentamiento más rápido del hierro.

### **Paso 3. Corte y matado de filo del vidrio.**

En este caso se utilizaron piezas grandes de vidrio de aproximadamente 50x60 cm, que posteriormente se cortaron en tiras de 8 cm de por 60 de largo.



*Ilustracion24. Proceso de matado de filo en el corte de vidrio. Rony Hernández, 2017*

### **Paso 4. Aplicación de antiadherente sobre cada pieza de vidrio.**

Debido a la distribución ligeramente irregular de la temperatura en el horno, es posible que el vidrio se pegue en algunos puntos. Para evitarlo es necesario colocar una fina capa de talco en cada pieza de vidrio, en ambas caras.

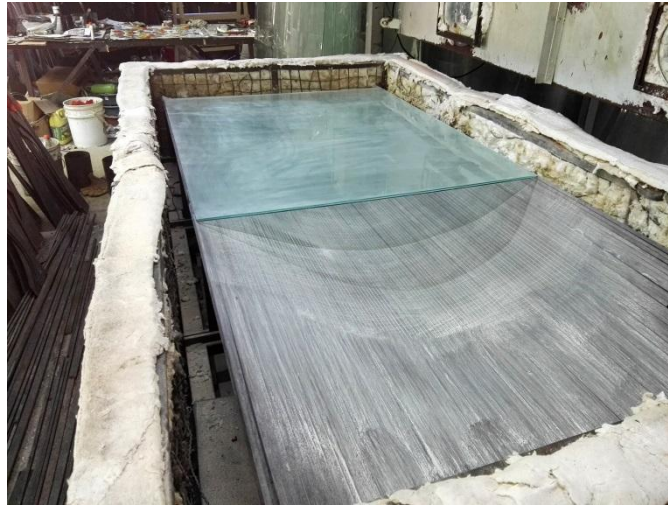


*Ilustración 25. Talco simple para aplicar en las piezas de vidrio. Rony Hernández, 2018*



### **Paso 5. Carga del horno, colocación de los vidrios sobre los moldes en el horno.**

Es necesario centrar las piezas en los moldes para que estas salgan de la manera que se espera.



*Ilustración 26. Vidrio Colocado sobre moldes según necesidad.  
Rony Hernández, 2017*

### **Paso 6. Quema.**

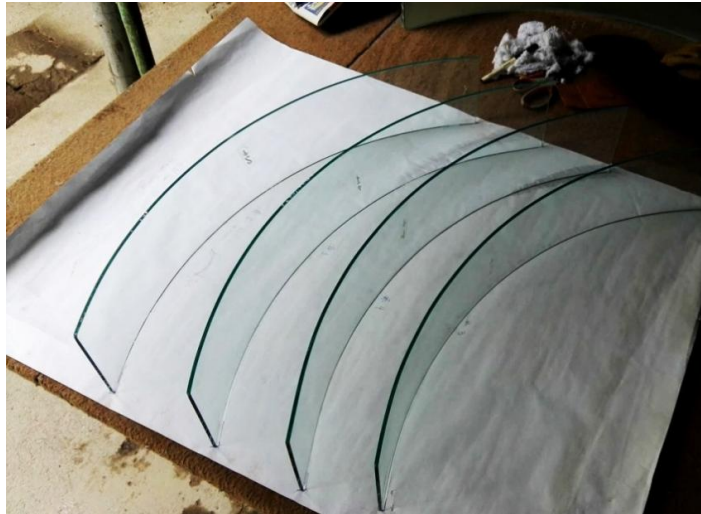
Se inicia la curva de temperatura simple. Que parte de 250°C, los cuales van ascendiendo inicialmente cada 20 minutos, y cuando ya está por acercarse a los 650°C, cada 10 minutos, hasta llegar a dicha temperatura. El descenso es igual, cada 10 minutos, y luego cada 20, hasta llegar a los 250 grados, punto donde se deja al horno enfriar y se va abriendo gradualmente. La quema dura como mínimo 4 horas.





### **Paso 7. Extracción de piezas del horno.**

Una vez a temperatura ambiente, las piezas fueron sacadas del horno. Se les limpio, por el exceso de talco y se procedió a cortarles en tiras.



*Ilustración 27. Tiras cortadas obtenidas de las Piezas después de la horneada para termoformado.  
Rony Hernández, 2017*

### **Paso 8. Esmerilado del vidrio.**

Ya cortadas las tiras estas pasaron a ser esmeriladas o nevadas. El proceso de esmerilado consiste en desgastar la superficie del vidrio con polvo de esmeril, generando una textura de poros muy finos, ideales para la adherencia de la pintura. Esta textura es utilizada en ventanas y puertas, pues, aunque permite que la luz pase a través de ella, no se percibe con exactitud la imagen de lo que está al otro lado del vidrio.

Se usa también para atenuar la luz, sin que pierda claridad. En este caso se utilizó principalmente para la adherencia de la pintura. Este poro fino permite que la pintura dure de manera prolongada, aunque depende también de la calidad de la misma.



*Ilustración 28. Muestra de pieza esmerilada.  
Rony Hernández, 2018*



**Paso 9. Las curvas se adecuaron al vitro-mosaico de acuerdo al perfil.**

En el caso de las curvas muy cerradas, el vidrio se secciono en tiras pequeñas a modo de cubrir las curvas.

**Paso 10. Armado del relieve.**

Estas tiras se pegaron y sellaron con silicón negro para vidrio de calidad industrial, alrededor del vitro mosaico, a modo de darle un relieve a la pieza.



*Ilustración 29. Estructura de la pieza esmerilada y armada. Rony Hernández, 2018*

**Paso 11. Aplicación de pintura**

Una vez armada la estructura, se pasa a pintar con pintura en spray.

Finalmente, la pieza es colocada sobre una estructura base de hierro de color negro, que será lo que sostendrá el relieve



## **3.2 MANUAL DE REFERENCIA TECNICA PARA TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO PARA APLICACIÓN ARTÍSTICA**

La documentación visual y teórica del proceso practico-experimental de la investigación se creó el manual de referencia técnica de termo formado y termofundido de vidrio, con el objetivo se sistematizar los procedimientos técnicos y de facilitar a cualquier interesado a realizar las técnicas con los recursos que existen a nivel local, desde el vidrio hasta los hornos.

### **3.2.1. DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL MANUAL DE TÉCNICAS DE TERMOFORMADO Y TERMOFUNDIDO**

El manual de técnicas de termoformado y termofundido fue creado con un diseño editorial innovador el cual principalmente se pretende que sea llamativo a la vista y a pesar de su contenido que es de interés para artistas plásticos y sobre todo aquellos que quieren trabajar en vidrio como también para aquellos que ya sobre esta materia prima, se pretende que llame el interés en cualquier lector que pueda tener acceso al documento, es decir se pretende que a las vista promueva sensación de desear leer su contenido.

### **3.2.2 TIPOGRAFÍAS**

Su tipografía es Gobold tamaño 12 en las descripciones y en los encabezados es Gobold Extra2 tamaño variado según la necesidad, se eligió esta fuente por dos razones: es legible a la vista y principalmente porque da un toque innovador a todo el diseño

**ABC**  
Gobold

**ABC**  
Gobold Extra2



### 3.2.3 COLORES:

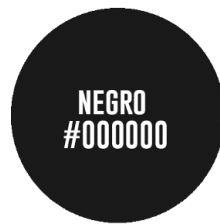
El diseño de la mayoría de las páginas del manual tiene figuras geométricas adornando los extremos exteriores de las páginas en forma de una línea recta vertical en donde se puede observar los cuatro colores mencionados descendiendo de la parte superior de la página con el color de turquesa, rojo, naranja hasta el amarillo para una crea una armonía en cuanto a los colores que además se eligieron de esta forma en el manual debido a que en la pieza escultórica las resultado del termofundido se pintaron con estos mismos colores así que asemeja esta parte de la pieza. Además dentro del manual se encuentra figuras geométricas rectangulares la cual acompaña algunos textos los cuales todos son del color turquesa (con cierta opacidad como la decoración descrita anterior) debido a que de la gama de colores es el único que está bastante divorciado de los tonos rojo naranja y amarillo, además se incluyó solo este para no perder seriedad en todo el documento y una visión menos cargada e infantil a usar todos los colores



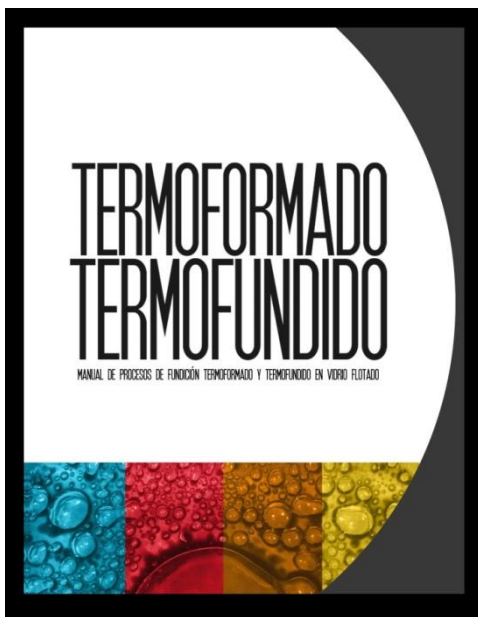


### 3.2.4 TONOS DE PÁGINAS.

Las páginas de contenido como los separadores son de fondo negro el cual brinda un aspecto refinado, llamativo y vuelvo a las fotos mucho más visibles en el manual. El color oscuro en la mayoría del manual representa el vidrio obtenido en los resultados del termoformado ya que se usó vidrio negro para la elaboración de la pieza. Todo esto acompañado de letras blancas para poder resaltar sobre el fondo se eligió de esta forma, al contrario de la portada del manual el cual es fondo blanco y letras negras, con un diseño descrito a continuación.



### 3.2.5 PORTADA DEL MANUAL



*Ilustración 30. Muestra de la portada Manual Termoformado y Termofundido.*

La portada del manual es de fondo blanco con una figura geométrica en la parte inferior la cual es un rectángulo horizontal con los cuatro colores mencionados anteriormente con su racional, en el que se puede observar un fondo de burbujas el cual es una fotografía adaptada a los colores, de una pieza resultante del proceso de termofundido en la que se observan dichas burbujas, que son una de las caracteriza del vidrio al ser sometido a dicha técnica. Al lado izquierdo se observa una figura simétrica abstracta de color negro el cual representa un vidrio curvo es decir un vidrio que ha sido manipulado mediante el termoformado y es negro debido que el vidrio utilizado en la pieza para el termoformado es negro.



### **3.2.6 CRÉDITOS**

Edición, diseño editorial diagramación de Manual y fotografías de su contenido  
Rony Alexander Hernández Rivera

### **3.2.7 MANUAL DE TERMO FORMADO Y TERMO FUNDIDO DE VIDRIO FLOTADO**

#### **INTRODUCCION**

En El Salvador, específicamente en San Salvador, existe un gran número de talleres dedicados al trabajo en vidrio, sin embargo son pocos los que se dedican a la manipulación de este material bajo la acción del calor.

Las técnicas de termofundido y termofundido han sido introducidas recientemente en el país, no exceden los 50 años, por lo que su desarrollo se encuentra en una etapa insipiente, situación que hace contraste con la demanda de artículos de vidrio tanto de carácter artesanal como artístico.

En el campo artesanal, actualmente las iniciativas de negocio o micro empresas dedicadas a esta actividad, cuentan con el apoyo de instituciones gubernamentales, que se han encargado de promover el producto así como de capacitar técnicamente para innovar la producción. Y en el campo artístico se han dado procesos experimentales orientados a la búsqueda de nuevas técnicas de manipulación del vidrio como medio de expresión.

Sin embargo aun se desconoce la existencia de un documento que contenga los procedimientos generales de las técnicas de termo formado y termofundido con las particularidades que existen en el medio local, siendo esta una necesidad básica para el desarrollo de este rubro, tanto para principiantes como para artesanos y artistas dedicados a ello.



Esta necesidad es el origen de este documento, que sistematiza y contiene los procedimientos generales básicos para realizar las técnicas, desde la identificación y selección de vidrio, y el corte, hasta los pasos para realizar el termoformado en horno artesanal, y el termofundido en horno industrial.

El registro de estas experiencias técnicas, son el resultado de una conjugación de conocimientos: la parte teórica, obtenida de una investigación bibliográfica de tesis, libros y medios web; y la parte práctica, resultado de la experimentación orientada por los artesanos locales.

En este manual se presenta una sistematización de cada uno de los procesos para la manipulación de vidrio en las técnicas de termo formado y termo fundido que han sido recopilado investigado y experimentando con el propósito de compartir las virtudes del vidrio y los procedimientos adecuados de manipulación de dicho material, con el objetivo de ser una referencia técnica para aplicación artística: proveer de conocimientos básicos sobre la técnica y los materiales locales para la realización del termo formado y termofundido, para uso artístico principalmente, aunque indudablemente puede ser utilizado por cualquier interesado, pues además de contener una información respaldada por documentos de carácter científico, el lenguaje que se ha utilizado es sencillo y claro, basado en el lenguaje de los artesanos y artistas locales. Finalmente, se pretende contribuir al desarrollo de las técnicas y del rubro en general.



### 3.2.7.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Cuando se trata de manipular vidrio y obtener resultados óptimos, lo más importante es tener las herramientas y el equipo adecuado.

A nivel local hay ciertas limitantes en cuanto al acceso a estos recursos, sin embargo con lo que existe en el mercado y sabiendo sacar provecho de recursos opcionales, el material puede ser trabajado con calidad profesional tanto en el área de la construcción, como en el ámbito artesanal y artístico.

A continuación se registran cada una de las herramientas básicas para la realización del termoformado y el termofundido

**Cinta métrica.** Mucho más práctica que una regla, especialmente cuando las piezas son grandes.



*Ilustración 31. Ilustración cinta métrica para el manual. Rony Hernández, 2018*

**Aceite lubricante.** Sirve para mantener en buen estado el disco de tungsteno del cortador. También sirve para limpiar el trazo o línea de fractura.



*Ilustración 32. Ilustración aceite para el manual.*





**Marcadores para vidrio.** Preferentemente debe ser 0.5



*Ilustración 33. Ilustración marcadores para el manual. Rony Hernández, 2018*

**Guantes para vidrio.** Para poder manipular las piezas grandes de vidrio es conveniente tener guantes de goma para vidrio, ya que además de proteger las manos, son antideslizantes, evitando accidentes



*Ilustración 34. Ilustración de guantes para el manual. Rony Hernández, 2018*



**Pinturas para vidrio** es muy fácil de usar son premezclados y solubles en agua. Deben ser para cono 016, o 755°



Ilustración 35. Ilustración de pintura para el manual. Rony Hernández, 2018

**El cortador Toyo japonés tipo lápiz**, nos proporcionara un corte exacto, y puede ser más sencillo de utilizar.



Ilustración 36. Ilustración del cortador toyo para el manual. Rony Hernández, 2018

**Lija para vidrio**. Aunque es posible utilizar otro tipo de lija, para mejores acabados, lo ideal es que sea para vidrio.



Ilustración 37. Ilustración de lijas para el manual. Rony Hernández, 2018



**Tenaza plana para vidrio.** Existe una gran variedad de tenazas para vidrio. En el mercado local es más probable encontrar tenazas planas que son básicas para abrir cortes



*Ilustración 38. Ilustración tenaza para el manual. Rony Hernández, 2018*

**El horno para termoformado** deberá ascender a temperaturas de 200° a 700° para poder realizar esta técnica.



*Ilustración 39. Ilustración del horno de termoformado en el taller Vidrio Curvo para el manual. Rony Hernández, 2018*



**El horno para termofundido** deberá ascender a temperaturas de 250° a 1000° para poder realizar esta técnica.



*Ilustración 40. Ilustración del horno para termofundido del taller Green Glass para el manual. Rony Hernández, 2018*



### 3.2.7.2 EL VIDRIO

Para la realización de las técnicas de termoformado y termo fundido de vidrio es fundamental conocer el tipo de vidrio que se va a utilizar, pues de ello dependen varios factores: la compatibilidad entre las piezas a fundir, determina el punto de plasticidad o de fusión y la curva de temperatura a utilizar.

Los tipos de vidrio están determinados por diversos factores, entre los principales tenemos su composición química y su método de fabricación, por ejemplo, un vidrio de pírex resiste mas temperatura que un vidrio flotado, por tanto su punto de plasticidad no es el mismo, y es imposible fundirlos entre sí debido a sus diferencias tanto en composición química como en método de fabricación.

El vidrio flotado es de los más comunes y abundantes, ya que es usado para la construcción por su bajo costo, por su calidad en cuanto a planimetría y su fácil manipulación especialmente en lo que respecta al corte. Este tipo de vidrio es utilizado también para realizar otro tipo de procedimientos que modifican sus características, como en el caso del templado en horno, el termoformado y el termofundido.

Por lo general este tipo de vidrio se encuentra en ventanas, y es el mas común en el mercado, sin embrago, lo más recomendable es realizar pruebas previas, para observar y documentar el comportamiento del material. Inicialmente esto puede parecer complicado, pero con la práctica este procedimiento se vuelve parte del arsenal de conocimientos de cualquier artista o artesano interesado en la manipulación del vidrio bajo la acción del calor, y es indispensable para obtener resultados óptimos.



### 3.2.7.3 CORTE DE VIDRIO

Antes de realizar el termoformado o termofundido es indispensable saber cortar el vidrio. De esto depende la diversidad de formas que se puedan dar a las piezas: desde un cuadrado o rectángulo a un círculo, o incluso a formas mas abstractas y libres.

#### 3.2.7.3.1 PROCEDIMIENTO



**Paso 1. Marcar el vidrio.** Es importante marcar las líneas que vamos a cortar para evitar posible los errores. En caso de cortes seriados, es posible sacar un molde de vidrio para calcarlo sobre las nuevas piezas a cortar

*Ilustración 41. Ilustración de como marcar el vidrio para el manual, Rony Hernández 2017*

**Paso 2. Trazado de corte.** Para cortes de calidad profesional, lo recomendable es usar un cortador tipo lápiz marca Toyo, y debe estar bien lubricado con aceite 3 en 1.

Tomamos el cortador como un lápiz y colocamos el dedo medio en la cabeza móvil de la herramienta. Con la mano ejercemos presión y con el dedo medio



*Ilustración 42. Ilustración de como marcar el vidrio para el manual, Rony Hernández 2017*

orientamos el corte que debe ser hacia adelante. Si el corte es recto, se debe hacer uso de regla, que sirve como guía. Si el corte es irregular, se pueden marcar las líneas y luego trazarlas con el cortador. En este caso debe realizarse un corte a la vez, por ejemplo: si la figura irregular tuviera tres lados, debe trazarse el primer corte y abrirse, luego el siguiente y abrirse, y así sucesivamente hasta obtener la forma deseada. Si el corte es circular, debe trazarse el corte de forma continua y terminar en el punto de partida.



**Paso 3. Abrir el corte.** Una vez trazado el corte necesitaremos una tenaza plana para separar las piezas. Sosteniendo un lado de la pieza cuidadosamente con los dedos evitando tocar el filo, y el otro con la tenaza, se ejerce presión hacia abajo a modo de abrir el corte. Durante este proceso debe mantenerse una distancia prudencial de la pieza, y proteger los ojos, pues pueden saltar pequeñas astillas. Otra forma de abrir el corte es dando golpecitos no muy fuertes con la parte final del mango del cortador. Ese método se utiliza especialmente en cortes curvilíneos. Si el corte es circular, debe abrirse con la tenaza plana, ejerciendo con ella una ligera presión hacia abajo en todo el círculo trazado, cuando ya se ve una separación entre las dos piezas, el círculo y el resto del vidrio, se traza uno o dos cortes en diagonal que se abren golpeándolos con la punta del mango del cortador, liberando de esta forma el círculo cortado.

#### 3.2.7.4 TERMOFORMADO

Consiste en la deformación de una lámina plana de vidrio bajo la acción del calor. Se trata de llevar el vidrio a su punto de plasticidad o deformación, un estadio antes que el punto de fusión, ya sea de acuerdo a un molde elaborado de materiales resistentes a curvas de temperaturas ascendentes de 200° a 700° o bajo la técnica llamada caída libre en la que se utiliza una base resistente al calor, sobre la que se coloca una pieza de vidrio de mayor tamaño, permitiendo a los bordes caer libremente.

#### PROCEDIMIENTO

**Paso 1. Selección del vidrio.** Para poner en práctica esta técnica, es necesario conocer la naturaleza del vidrio que se va a trabajar (para este caso sería el flotado o float), ya que de ello depende la temperatura a utilizar durante la quema. Las formas más simples de identificar el tipo de vidrio es conociendo su origen: generalmente, los vidrios de ventana son vidrios



Ilustración 43. Ilustración vidrio flotado

flotados; los vidrios de color, como los de botellas pueden tener diversos orígenes, por lo que es necesario realizar pruebas previas de cada tipo de vidrio para determinar la temperatura necesaria para llegar a su punto de plasticidad.



**Paso 2. El corte del vidrio y matado de filo.** Posterior al corte es necesario matar filo a la pieza de vidrio especialmente cuando se trata de piezas grandes, para poder manipular con seguridad la pieza

**Paso 3. Preparación de Molde o soporte para el vidrio** cuando se va hacer uso de un molde para termo formado, además de la forma uno puede decidir el material a utilizar, entre los más comunes tenemos el hierro y arcilla blanca.

En un horno de campana, como el utilizado para esta documentación, los moldes se introducen o se arman en la cámara de cocción antes de la quema y se les da un precalentamiento.

En caso de utilizar molde de hierro, se debe colocar sobre el una tela fina de fibra de vidrio, y sobre esta una capa de desmoldante. Para los moldes de cerámica se debe aplicar una capa fina de desmoldante, que puede ser caolín o talco simple.

**Perfiles para moldes armables de hierro**



*Ilustración 44. Ilustración de moldes de hierro usado en termoformado para el manual. Rony Hernández 2017*

**Estructura base para armado de molde de hierro al interior del horno**


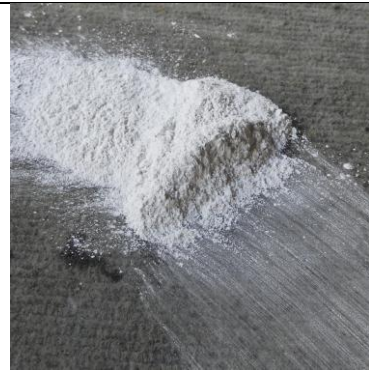


*Ilustración 45. Ilustración de moldes de hierro instalados en el horno usado en termoformado para el manual.*

*Rony Hernández 2017*





<p><b>Tela de fibra de vidrio.</b> Debido a que el aumento de temperatura del hierro es diferente al que se da en el vidrio, es necesario evitar el contacto directo de un material con el otro. Esta tela sirve para mantener separada la pieza del hierro, evitando un posible choque térmico y ruptura de la pieza. Entre más fina sea la tela, menos marcada quedara el vidrio.</p>	 <p><i>Ilustración 46. Ilustración de fibra de vidrio para el manual.</i> <i>Rony Hernández 2017</i></p>
<p><b>Desmoldante. Talco simple o caolín.</b> Es necesario que los moldes lleven una capa fina de desmoldante para evitar que la pieza de vidrio se adhiera a él. Este desmoldante debe resistir a altas temperaturas, mayores a las del punto de fusión del vidrio.</p>	 <p><i>Ilustración 47. Ilustración de talco para el manual. Rony Hernández 2017</i></p>

#### **Paso 4. Pre calentamiento de Horno.**

Ya con los moldes en el interior del horno se procese a calentar el horno a 250° esta temperatura es a la vez el punto de partida para la curva a utilizar



### **Paso 5. Colocar el vidrio sobre el molde**

El vidrio, por ser plano debe colocarse centrado, para evitar que se mueva. Es recomendable dejar un margen de error, es decir, hacer la pieza un poco más grande para poder recortarla si es necesario.



*Ilustración 48. Ilustración de la preparación de vidrio en el horno para el manual. Rony Hernández 2017*



**Paso 6. La Quema** una vez colocadas las piezas de vidrio sobre los moldes se da inicio a una curva de temperatura, es decir a un ascenso gradual que puede variar de acuerdo al horno y/o al resultado que se pretende obtener

Para el caso de la investigación se utilizó una curva simple, que partió de los 250°, y en tres horas se elevaba hasta 650°, bajando en dos horas nuevamente a 250°. Este sube y baja gradual de temperatura, tiene dos objetivos fundamentales:

1. El punto más alto de temperatura lleva el vidrio flotado a su punto más blando o punto de plasticidad, sin llegar aun a fundirse (650°C) y se mantiene así por un periodo mas corto que los estadios anteriores, un máximo de 10 minutos, para evitar que el vidrio llegue a su punto de fusión.
2. El descenso gradual de temperatura (se sugieren intervalos de 20mins) hasta llegar a 250°C. Esta gradación libera al vidrio de las tensiones que pudo adquirir durante el moldeado, confiriéndole resistencia.



*Ilustración 49. Ilustración del controlador del horno para el manual. Rony Hernández 2017*



### Paso 7. Abrir el horno

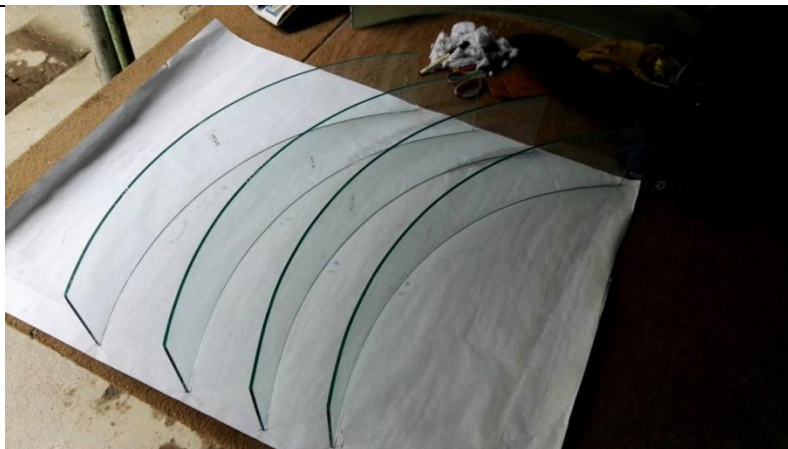
Cuando se ha descendido a los 250°, es posible abrir de manera gradual el horno. Debe hacerse de esta forma para evitar que una corriente de temperatura fría ingrese a la cámara del horno y pudiera ocasionar alguna ruptura de las piezas por choque térmico.



*Ilustración 50. Ilustración de extracción del vidrio del horno para el manual. Rony Hernández 2017*

### Paso 8. Obtención de piezas.

Finalmente estando el horno y las piezas en su interior a temperatura ambiente, es momento de extraer las piezas y ser cortadas si es necesario.



*Ilustración 51. Ilustración de piezas obtenidas después de la quema para el manual. Rony Hernández 2017*



### **3.2.7.5 TERMOFUNDIDO**

Técnica artística mediante la cual se funden dos o más vidrios compatibles entre si, con el fin de confeccionarlos en una sola pieza por medio del calor generando por un horno. Dependiendo del grado de unión que puede ser parcial o completo

#### **PROCEDIMIENTO**

##### **Paso 1. Selección de Vidrio**

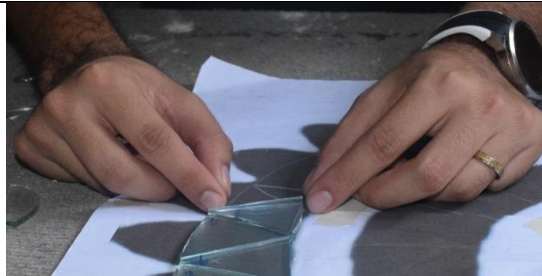
En el caso de la vitrofusión es fundamental la selección del vidrio, pues si se usan vidrios de distintos tipos estos pueden tener un coeficiente de dilatación distinto, complicando el proceso o dañando la pieza parcial totalmente. Se debe identificar la composición y naturaleza del material a utilizar, o bien se puede tomar como referencia su origen. Lo recomendable es fundir piezas obtenidas de una misma lamina para obtener resultados mas óptimos, si no es posible, debe asegurarse que el vidrio es del mismo tipo.

La que la calidad de la muestra final varía dependiendo del tipo de vidrio utilizado, siempre deben manejarse pruebas previas si se intenta combinar o experimentar nuevos procesos con vidrio de diferente naturaleza.

**2do. Corte de vidrio.** En este caso el corte debe ser exacto, es decir, con la forma que se pretende obtener al final de la quema, pues una vez fundido es más complicado realizar cortes, y en algunos casos es incluso imposible. Si las piezas con pequeñas no es necesario matar filo, pues los bordes se suavizan en el proceso de fusión..



- Se necesitan dos o más piezas para poder llevar a cabo el termofundido o vitrofusión, en el caso de la muestra se cortaron dos piezas iguales. Fue necesario calcar cada pieza en base a una plantilla para cada replica.



*Ilustración 52. Ilustración de piezas de vidrio cortadas para la vitrofusión para el manual, Rony Hernandez 2017*

**Paso 3. Desengrasado de piezas.** Antes de esmaltar la pieza o de realizar la quema, las piezas deben ser desengrasadas, pues en caso contrario un contaminante puede manchar el esmalte o generar alguna reacción desfavorable dañando la pieza. Pueden lavarse con jabón desengrasante o con alcohol.

**Paso 4. Esmaltado.** Este paso depende de las necesidades del artista, es un paso opcional, ya que las piezas pueden fusionarse con o sin esmalte.

La aplicación del esmalte vítreo se debe hacer en las caras que se tocarán entre sí. Se aplica sin dejar espacio, por goteo, sin pasar el pincel directamente sobre el vidrio, luego se dejan reposar las piezas esmaltadas, y cuando el borde está seco, se unen entre sí y se limpian los bordes. Cuando la pieza está totalmente seca, está lista para la quema.



*Ilustración 53. Ilustración de como pintar la pieza de vidrio para el manual. Rony Hernández 2017*



**Paso 5. Quema** En el caso de la vitrofusión o termo fundido, el horno que se utilizó era industrial, por lo que contaba con curvas programadas. Se ascendió de 250°C hasta llegar a 1000°, en un periodo aproximado de cuatro horas, el descenso duró el mismo periodo de tiempo.

### 1. Preparación del horno

Al momento de montar las piezas en el horno debe esparcirse una fina capa de caolín, por el piso de horno donde se vayan a colocar las piezas. Funciona como desmoldante, evitando que las piezas se peguen al horno durante la quema.



*Ilustración 54. Ilustración de preparación del horno para el manual. Rony Hernández 2017*

### 2. Carga del horno

Al igual que en una quema de vidrioado de cerámico, las piezas de vidrio se distribuyen dentro del horno con una distancia prudente para evitar que las piezas se fundan entre sí.



*Ilustración 55. Ilustración de carga del horno para el manual. Rony Hernández 2017*



#### 4. Aplicación de bórax.

Una vez colocadas las piezas se cubren con una ligera capa de Bórax diluido en agua, que por ser un material vítreo de baja temperatura, da brillo a las piezas en el acabado final ya que durante la quema el brillo natural del vidrio tiende a perderse



*Ilustración 56. Ilustración de cómo aplicar el bórax para el manual. Rony Hernández 2017*

#### 5. Extracción de piezas del horno

Finalmente al terminar la quema y llegar a temperatura ambiente, las piezas se sacaran del horno y se deben limpiar para retirar el exceso de caolín que pudo haber quedado en la base.



*Ilustración 57. Ilustración de las piezas obtenidas después de la quema para el manual. Rony Hernández 2017*





### **RESUMEN. CAPÍTULO III**

## **EL VIDRIO COMO RECURSO DE EXPRESIÓN: APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS**

Finalmente se describe el resultado práctico de toda nuestra investigación: la pieza escultórica del logotipo de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador y el Manual de referencia técnica Termofundido y Termofundido de vidrio flotado.

En este capítulo se describe paso a paso todo el procedimiento que se llevó a cabo para la elaboración de la pieza escultórica del logo de la Escuela de Artes UES, esto no solo consta de las técnicas estudiadas, ya que hay procesos que no están contemplados en las técnicas en las que se centra este estudio, pero cuya realización fue necesaria para optimizar el acabado final de la pieza. Estos procedimientos se ilustran con el registro fotográfico realizado en cada etapa de elaboración de la pieza con la finalidad de hacer más clara su comprensión.

Como última parte de este capítulo, se describe la estructura del manual, el racional de su diseño, color, fuentes hasta finalmente añadir a este documento un Manual adicional, carente de diseño pero con el mismo contenido del Manual individual.



## CONCLUSIONES

Al desarrollar un documento teórico que fortalezca los procesos de aprendizaje que se utilizan de manera empírica en los talleres de trabajo en vidrio, se añade un elemento innovador para los artesanos y para los estudiantes, que pueden ser aplicados en futuros procesos de construcción artesanal o artística.

Una de las principales virtudes que presenta el vidrio como material es la calidad estética que predomina luego de la ejecución de una técnica de termo formado o termo fundido en vidrio flotado las cuales pueden ser utilizadas en procesos de aprendizaje dentro de las especialidades en piezas decorativas o utilitarias, ampliando la proyección del uso del material hacia el área artística como artesanal e incluso industrial

El vidrio es un material accesible, reciclable y de bajo costo, por lo que se trata de una excelente fuente de materia prima para la realización de cualquier procedimiento experimental, lo que favorece a su implementación en las áreas artísticas de cualquier especialidad, ya que su manipulación consta de varias disciplinas conjuntas.

La implementación de esmaltes vítreos amplía los procesos de aprendizaje adaptando los conocimientos de pintura y cerámica durante la aplicación de un esmalte para un efecto en tonalidad y contraste diferente.

Las técnicas estudiadas de termo formado y termo fundido proveen una versatilidad en cuanto a la manipulación de la forma del vidrio que puede desarrollarse y aplicarse en piezas de carácter escultórico y movilizar.

El manual de sistematización de proceso de termo formado y termo fundido, es una documentación dirigida a artesanos interesados en el aprendizaje de las técnicas de manipulación de vidrio y para la población estudiantil de las especialidades de las la escuela de artes.



La importancia del uso de hornos y el estudio de las curvas de temperatura en el proceso de termo formado ayuda a la expansión de diálogos y trabajo entre talleres de especialización de carácter industrial y artesanal, que favorezcan a una mayor proyección del trabajo artístico de la escuela de artes.

Mediante la documentación y el uso de diseño editorial se presenta un punto de partida atractivo para futuras investigaciones dentro de la escuela de artes en su ampliación y seguimiento de las técnicas expuestas en el manual.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, al momento de someter al vidrio a la acción del calor, a una temperatura no mayor a los 800°C, los tipos de vidrio sean del mismo tipo para obtener resultados óptimos en cuanto a la fusión. En caso de utilizar vidrios distintos, se recomienda hacer pruebas previas, ya que los resultados desprolijos pueden ser utilizados como recurso artístico.
- Se recomienda siempre realizar pruebas previas antes de manipular el vidrio, tanto del corte, como de la cocción del vidrio, para tener una idea más acertada sobre los posibles resultados finales, especialmente cuando se es principiante o cuando se cambia de material, herramientas y/o equipo.
- Se recomienda el uso de materiales, herramientas y equipo adecuados para la manipulación del vidrio, pues de ello depende no solo la calidad de los resultados, sino la seguridad de quien realiza el trabajo.
- Se recomienda realizar los procedimientos con la máxima limpieza posible para evitar la contaminación de las piezas y obtener resultados óptimos.
- Se recomienda hacer uso de este documento como una referencia cuando no se trate de vidrio flotado, pues cada tipo de vidrio reacciona de acuerdo a su composición fisicoquímica, así como cada horno es único y por tanto, funciona diferente.
- Se recomienda, que, si se pretende crear un horno para vidrio eléctrico o de gas, se busque asesoría en las entidades mencionadas en este manual debido a su experiencia y capacidad en la materia.



- Se recomienda, realizar una investigación específica sobre la introducción del vidrio en El Salvador, ya que es una información de la que se carece, y es fundamental para comprender el desarrollo de este rubro.
- Extender los estudios expuesto en esta tesis al estudio de los diferentes tipos de vidrio y su reacción ante la elevación de temperatura.
- Investigar con detenimiento el proceso de Termoformado y Termofundido bajo la manipulación de los diferentes tipos de vidrio además del vidrio flotado
- Analizar las posibilidades de explotación artística que se puede llegar a tener mediante los procesos de Termoformado y termofundido en la Escuela de Artes para que los estudiantes tengan un amplio repertorio de conocimientos y materiales.



## GLOSARIO

### Definición de términos básicos

- **Actividad Artesanal:** el conjunto de acciones económicas, culturales y sociales realizadas por las personas artesanas o grupos asociados de las mismas o comunidades, en torno al diseño, producción, promoción y comercialización de sus artesanías. (Republica de El Salvador A. L., 2016)
- **Artesanía:** producto con características distintivas, obtenido del conjunto de artes realizadas total o parcialmente a mano, que requiere destreza manual y sentido estético o artístico para realizar objetos con sello personal o colectivo, funcionales o decorativos, en un proceso de transformación de materias primas. (Republica de El Salvador A. L., 2016)
- **Artesano:** Artesano es la persona que tiene habilidad en algún oficio manual, imprimiendo un estilo o sello personal y artístico a los objetos confeccionados, en los que cada pieza es distinta a las demás. A diferencia de la producción industrial, en la que la técnica empleada es mecánica y la producción en serie de tipo fabril, la técnica del artesano es manual y creativa. Es considerado entre un trabajador y un profesional, con un alto grado de conocimientos teóricos y prácticos de su oficio. En las culturas en que las carreras profesionales son muy apreciadas, no puede haber una escasez de trabajadores manuales cualificados, lo que llevó a la apertura de mercados lucrativos en los comercios (ARQHYS.com, 2012)
- **Artista:** Toda persona que crea o que participa con su interpretación en la creación de obras de arte o en la recreación estética de la realidad, considerando que la creación artística es una dimensión esencial de su vida, contribuyendo así al desarrollo del arte y la cultura (Republica de El Salvador A. L., 2016)



- **Taller Artesanal:** lugar o espacio donde la persona artesana realiza parte importante de la actividad artesanal, especialmente la relativa a la creación y producción de sus artesanías. (Republica de El Salvador A. L., 2016)
- **Coefficiente de dilatación** (o más específicamente, el *coeficiente de dilatación térmica*) es el cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente cambia de temperatura provocando una dilatación térmica.
- **Punto de plasticidad:** punto de deformación del vidrio. este es el término utilizado para los artesanos para designar el punto en el que el vidrio empieza a ablandarse, a deformarse o a tomar la forma del molde.
- **Termoforado** (Slumping, sagging) Técnica artística que consiste en la deformación, por medio del calor generado por un horno, de una o más láminas de vidrio. Esta deformación puede ser orientada por un molde o soporte para conseguir distintas formas. (Cristales)
- **Termofundido** (Fusing) Técnica artística utilizada para unir piezas de vidrio compatible por medio del calor generado por un horno. Dependiendo del grado de unión, puede ser parcial o completo. (Cristales) // La técnica mediante la cual se funden dos o más vidrios con el fin de confeccionar una nueva pieza. Se puede lograr dar múltiples colores al vidrio, realizar inclusiones de diversos materiales, generar texturas y relieves creando objetos de diferentes formas y tamaños, con diseños exclusivos. ([www.taringa.net](http://www.taringa.net))



- **Vidrio:** Sustancia transparente o translúcida, dura y frágil a la temperatura ordinaria, que se obtiene fundiendo una mezcla de sílice con potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases, y a la cual pueden darse distintas coloraciones mediante la adición de óxidos metálicos; se emplea para fabricar recipientes, materiales de construcción, lentes ópticas, etc. (es.wikipedia.org)
- **Vidrio Flotado** El vidrio flotado consiste en una plancha de vidrio fabricada haciendo flotar el vidrio fundido sobre una capa de estaño fundido. Este método proporciona al vidrio un grosor uniforme y una superficie muy plana, por lo que es el vidrio más utilizado en la construcción. (es.wikipedia.org)





## BIBLIOGRAFÍA

- Baltazar Ovidio Rivera Peña, Juan Ramon Romero Madriles. (Mayo de 1984). *Fabricación de Vidrio Industrial de Color a partir de Materias Primas Salvadoreñas*. San Salvador, El Salvador.
- Ariel.Cia.Ltda. *Biblioteca Fundamental Ariel, El vidrio* (Vol. tomo 49). Guayaquil, Quito, Bogota: Ariel.Cia.Ltda.
- Salvat, e. (2004). *La Enciclopedia* (Vol. 20). Madrid, España: Salvat Editores S.A. 2004.
- Navarro, J. M. (2003). *Textos universitarios: El Vidrio* (Tercera edición ed.). Madrid, España.
- MINEC-CONAMYPE. (2014). *Politica de Emprendimiento*. El Salvador.
- MINEC-CONAMYPE. (2014). *Politica nacional para el desarrollo de la Micro y Pequeña empresa*. El Salvador.
- Republica de El Salvador, A. L. (2016). *Ley de Cultura (DECRETO N° 442) DO:159*.
- REDIBACEN, R. d. (2016). *Conferencia "Políticas Públicas para transformar la Micro y Pequeña Empresa"*. Recuperado el abril de 2017, de [redibacen.bcr.gob.sv](http://redibacen.bcr.gob.sv)
- REDIBACEN-CONAMYPE. (2016). *Conferencia "Políticas Públicas MYPES"*. Recuperado el abril de 2017, de [redibacen.bcr.gob.sv](http://redibacen.bcr.gob.sv)
- CONAMYPE. (2016). *Ley MYPE*. Recuperado el abril de 2017, de [www.conamype.gob.sv](http://www.conamype.gob.sv)
- Republica de El Salvador, A. L. (2016). *Ley de Fomento, Proteccion y Desarrollo del Sector Artesanal (Decreto 509. DO:205)*. San Salvador, El Salvador.
- Antonio Sorroche Cruz, Asunción Dumont Botella. (Junio de 2005). <http://www.tecnicaindustrial.es>. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/17/32/a32.pdf>:
- ARQHYS.com. (12 de 2012). *Revista ARQHYS.com*. Recuperado el 04 de 2017, de [www.arqhys.com](http://www.arqhys.com): <http://www.arqhys.com/construccion/quees-artesano.html>.
- Bolufer, P. (febrero de 2009). <http://www.tecnicaindustrial.es>. Recuperado el septiembre de 2017, de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-2365-los-nuevos-vidrios.aspx>: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/55/41/a41.pdf>



Cristales, R. F. (s.f.). *informacion, otras-tecnicas*. Recuperado el abril de 2017, de [www.realfabricadecristales.es](http://www.realfabricadecristales.es): <http://www.realfabricadecristales.es/es/informacion/otras-tecnicas>

es.wikipedia.org. (s.f.). *Cortadora de vidrio*. Recuperado el Abril de 2017, de es.wikipedia.org: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cortadora\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Cortadora_de_vidrio)

Fabrica argentina de hornos, p. a. (s.f.). *es.scribd.com*. Recuperado el 3 de diciembre de 2017, de [www.artesdelfuego.com.ar](http://www.artesdelfuego.com.ar): <https://es.scribd.com/doc/205876366/manual-vitrofusion-doc>

LPG, L. P. (12 de 10 de 2016). Asamblea legislativa aprueba ley para proteccion y desarrollo de los artesanos. *www.laprensagrafica.com* .

Rodríguez, M. e. (s.f.). LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO EN MÉXICO, ANTECEDENTE DE LA FABRICACIÓN DE LENTES OFTÁLMICAS DURANTE LA COLONIA.

<http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista34/vidrio.htm> , 34 . México, México.

www.eoi.es. (s.f.). *escuelavidrio*. Recuperado el abril de 2017, de [www.eoi.es](http://www.eoi.es): (<http://www.eoi.es/blogs/escuelavidrio/2014/06/18/hornos-para-fundir-vidrio/>)

www.fusionarte.cl. (s.f.). *Glosario de Vidrio Fusion*. Recuperado el abril de 2017, de [www.fusionarte.cl](http://www.fusionarte.cl): [http://www.fusionarte.cl/?Glosario\\_de\\_Vidrio\\_Fusion](http://www.fusionarte.cl/?Glosario_de_Vidrio_Fusion)

www.quiminet.com. (s.f.). Recuperado el 04 de 2017, de <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-caolin-4174.htm>

www.taringa.net. (s.f.). *Como comenzar a trabajar con vitrofusion arte en vidrio*. Recuperado el Abril de 2017, de [www.taringa.net](http://www.taringa.net): (<https://www.taringa.net/.../C-mo-comenzar-a-trabajar-con-vitrofusi-n-arte-en-vidrio.html>)

Channel, H. (junio de 2011). <https://www.youtube.com/watch?v=jyobnoeI0Qk&t=201s>. (S. Nilsson, Ed.) Recuperado el agosto de 2017, de [historychannel.com](http://historychannel.com): <https://www.youtube.com/watch?v=jyobnoeI0Qk&t=201s>



## **ANEXO 1: PERFIL DE INVESTIGACIÓN**

### **PROPUESTA DE TEMA**

#### **TITULO DE LA INVESTIGACION**

Sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido en vidrio flotado para su aplicación artística en San Salvador, 2017

#### **DESCRIPCION DEL TEMA**

La presente investigación consiste en la sistematización y documentación de los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado: características de la materia prima, las herramientas, los hornos, las curvas de temperatura, los pigmentos, las técnicas y como se realizan a nivel local, sus posibles aplicaciones, y la identificación de algunos talleres donde se realizan en San Salvador; para la elaboración de una pieza a partir de las muestras obtenidas en el proceso de experimentación, cuya documentación servirá para la elaboración de un Manual de referencia técnica para uso artístico.

#### **DELIMITACIÓN ESPACIO TEMPORAL**

Esta investigación se enmarcara en el municipio de San Salvador, del departamento de San Salvador, El salvador, durante el periodo marzo - noviembre, del año 2017

El proceso de elaboración de pruebas y el horneado de termo formado se realizara en el taller Formas Vidrio Curvo, en San Jacinto; y para el termo fundido, se realizara en el taller Green Glass E.S., en la colonia Escalón, ambos en San Salvador.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Actualmente en El Salvador el trabajo artístico en vidrio manipulado bajo la acción del calor no es muy común, ni cuenta con una tradición histórica, limitando su desarrollo al ritmo de procedimientos experimentales y empíricos.

Aunque recientemente se han realizado procesos experimentales dentro de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador, y, existen iniciativas de negocio, y micro empresas que se dedican a la elaboración de productos en vidrio con la aplicación de las técnicas de termo formado y termo fundido, la información existente a partir de materias primas, maquinaria y equipo accesibles localmente es muy escasa, y hasta ahora, se desconoce algún registro de carácter profesional en el que se encuentren sistematizados los procedimientos a través de los cuales se realizan estas técnicas en el país.

Es común encontrar restricciones en cuanto al uso del vidrio en la mayoría de las convocatorias artísticas, esto se puede adjudicar principalmente al poco uso del material en el área debido al poco conocimiento sobre su manipulación; sin embargo, es evidente un creciente interés en este material en el campo artístico local, así como la existencia de una demanda ascendente sobre productos de vidrio con carácter artístico y utilitario en la actualidad.

Debido a esta problemática es necesario realizar un estudio teórico y práctico sobre las técnicas de termo formado y termo fundido de vidrio flotado, partiendo de las experiencias locales, para su documentación y sistematización para el uso de las mismas en el campo artístico.

### **ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

¿Cómo afecta la falta de información adecuada sobre las técnicas de termo fundido y termo formado al desarrollo y aplicación de las mismas en el medio artístico en San Salvador 2017?



## **CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN**

El departamento San Salvador es uno de los 14 departamentos de El Salvador, que, pertenece a la zona geográfica paracentral de la República. Está limitado por los siguientes municipios: al norte, por Nejapa, Mejicanos, Cuscatancingo ; al noreste por Ciudad Delgado; al este por Soyapango ; al sureste por San Marcos y al sur por Panchimalco; al oeste, por Antiguo Cuscatlán y Nueva San Salvador (ambos, del departamento de La Libertad).

Dentro del municipio de San salvador, la investigación se realizara específicamente la Colonia Escalón, y en el barrio San Jacinto, por la ubicación de los dos talleres que colaboraran protagónicamente con esta investigación.

Green Glass de E.S. un taller de reutilización del vidrio, principalmente botellas, las cuales son intervenidas por diversas formas de manipulación del vidrio, entre ellas el termo formado y el termo fundido para la elaboración de piezas utilitarias y decorativas de carácter artesanal. El taller se encuentra dentro de la casa donde habitan sus propietarios. Están ubicados en la colonia Escalón, específicamente en la Avenida República Federal de Alemania, pje. Comunal, #10. Como la dirección lo indica, se trata de una comunidad marginal. Ciertamente la zona es considerada como peligrosa, por lo que para llegar al lugar es necesario tomar medidas básicas de seguridad, como anunciar la visita y de preferencia llegar en compañía de uno de los propietarios del taller o un habitante de la comunidad. El taller pertenece a un grupo familiar de escasos recursos, que ha sido abordado por diversas ONG's para desarrollar talleres de trabajo en vidrio, por lo que es considerado como un emprendimiento o iniciativa de negocio de acuerdo a la ley.

Formas Vidrio Curvo es un taller de termo formado de vidrio, dedicados especialmente a la elaboración de vidrio curvo a gran escala, para su uso en vitrinas, puertas y demás, para el consumo de talleres e incluso grandes empresas. Están ubicados en el Bo. San Jacinto, final calle Darío Gonzales, pje. Torres #114 bis. Esta zona también está considerada como una comunidad marginal. La zona es considerada como peligrosa, por lo que también es necesario tomar medidas básicas de seguridad, como anunciar la visita y de preferencia llegar en compañía de uno de trabajadores o propietarios del taller. Cabe destacar que algunos de los trabajadores son habitantes de la zona.



El taller pertenece a una sociedad formada por un socio inversionista y un socio industrial, pero por la cantidad de trabajadores que posee el taller, aun no puede ser considerado como una Microempresa de acuerdo a la ley.

## **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente dentro de la Escuela de Artes de la UES, hay conocimientos de carácter experimental en la manipulación del vidrio bajo la acción del calor. Así mismo, en el país, existen talleres dedicados a este tipo de trabajo, de forma artesanal, sin embargo, en ambos casos, todo el avance obtenido en sus procesos son el resultado del estudio empírico del material, debido a la poca documentación adecuada para uso local, y a la no sistematización de los procesos. Esta situación ha limitado la velocidad del desarrollo de las técnicas de termo formado y termo fundido especialmente en campo artistico.

Por esta razón es necesario contar con un documento técnico referencial, que describa y explique de manera teórica y visual estos procesos, que beneficie principalmente a los estudiantes de todas las especialidades de la Escuela de Artes de la UES, y al sector artesanal que se dedica a este trabajo, facilitando el uso del vidrio como recurso para la expresión artística.

Los resultados de esta investigación serán, primeramente un manual de referencia técnica de termo formado y termo fundido como herramienta teórico visual, para la realización de ambos procesos con recursos y equipo accesibles a nivel local. Y como comprobante de esta investigación se elaborara el logo de la escuela de artes utilizando las muestras resultantes del proceso de experimentación.

La investigación se realizara por un equipo conformado por un estudiante de la especialidad de escultura, que abordara todos los aspectos relacionados a su area, dentro de la investigación, tal como el diseño de la estructura de la pieza final. Uno de la especialidad de cerámica encargado del uso y manejo de los hornos y las curvas de temperatura para la elaboración las muestras. Y otro de la especialidad de diseño, encargado de la documentación visual, la maquetación y la elaboración y diseño del manual de referencia técnica.



## **OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACION**

### **OBJETIVO GENERAL**

Sistematizar los procesos de Termo formado y termo fundido para la elaboración de un manual de referencia técnica para proyectos artísticos

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los antecedentes históricos de los procesos de termo formado y termo fundido en San Salvador.
- Identificarlas características generales de los materiales, herramientas y equipo a utilizar para la ejecución de las técnicas
- Facilitar la información adecuada para el uso teórico-práctico a nivel local sobre los procedimientos de cada técnica, por medio del manual de referencia técnica.
- Exponer las reacciones de los materiales partiendo de su estudio teórico-práctico para la realización de una pieza escultórica a partir de los resultados obtenidos

### **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cuáles son los antecedentes históricos del termo formado y termo fundido en San Salvador?
2. ¿Cuál son los materiales, el equipo y las herramientas con las que se realizan los procesos de termo formado y termo fundido en los talleres de San Salvador?
3. ¿Cómo Facilitar la información adecuada para el uso teórico-práctico a nivel nacional en el manual de referencia técnica? Lenguaje, diseño del manual, etc.
4. ¿Cómo se dan las reacciones del vidrio bajo la acción del calor?



## **MARCO DE REFERENCIA**

### **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Existe una gran cantidad de información sobre el vidrio y las diversas formas de manipularlo, tanto en frío como bajo la acción del calor. Sin embargo, a nivel local, la documentación sobre el trabajo que se hace en el país en este material, es muy escasa, y por tanto lo que existe, no es lo más adecuado para replicar las técnicas, limitando la velocidad del desarrollo de las técnicas de manipulación en vidrio al campo de lo empírico, especialmente aquellas en las que la acción del calor es determinante, como en el caso del termo formado y el termo fundido.

### **BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

Entre los documentos más relevantes para esta investigación, se encontraron algunos de la Universidad de El Salvador, una de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura: “Fabricación de vidrio Industrial de Color a partir de Materias Primas Salvadoreñas”, trabajo de Graduación previo a la opción de título de Ingeniero Químico; presentada por Baltazar Ovidio Rivera Peña y Juan Ramón Romero Madriles, Mayo, 1984

Lo relevante de este documento es el uso de materias primas locales para la elaboración de vidrio, cuya extracción y explotación suponía un riesgo mínimo y su existencia cubriría la demanda de aquella época. Así mismo la experimentación con los materiales y el uso de altas temperaturas en diversos tipos de hornos: muflas, hornos para fundición de aluminio, hornos cerámicos, un horno experimental y horno para vidrio. Además, posee información básica sobre las empresas que poseían estos hornos en aquella época, y una bibliografía amplia, y gran parte de ella formada por investigaciones sobre la elaboración de vidrio, hechas en el país.

El siguiente documento se trata de una tesis: “Análisis de los diferentes envases de vidrio, empleados en un sector de la industria farmacéutica nacional”, tesis presentada por Mirna Elia Machado Valencia, para optar al título de Licenciada en Química y Farmacia, Marzo 1977.





Esta investigación es sobre la composición química y las características físicas de los envases de vidrio para la industria farmacéutica, con el objetivo de encontrar los de mejor calidad para contener una diversidad de fármacos. Lo más relevante podría ser la definición y la caracterización del vidrio de acuerdo a su composición química.

La investigación sobre “Formulación de cubiertas vítreas a partir de vidrio reciclado”, trabajo de grado de la Escuela de artes.

En esta investigación ya se hace uso del vidrio como un elemento de la creación artística, mas no tiene un papel protagónico, pues está en función de la cerámica. Los procedimientos experimentales son realizados en hornos cerámicos, dando un rango aproximado del punto de fusión del vidrio de acuerdo a su color.

Hasta la fecha, se desconoce un documento que sistematice la el trabajo en vidrio bajo la acción del calor en el termo formado y el termo fundido a nivel profesional, sin embargo la información que ya hay con materias primas, recursos y herramientas accesible a nivel local son suficientes para dar una razonamiento con carácter científico a estos procedimientos y probablemente contribuir al mejor desarrollo de la producción actual.

Otro de los documentos encontrados es el libro de arte y artistas que habla sobre el vidrio y cristal de la Granja, taller español dedicado al trabajo del vidrio, dicho documento expresa el contexto y el mercado del desarrollo del vidrio de la España en 1770, la manipulación de los materiales, el desarrollo de las técnicas para trabajar el vidrio, su composición, diferencias entre vidrio y cristal, que al comparar con la realidad de San Salvador el contexto en el que se desarrolla el trabajo en vidrio en la actualidad está en su etapa inicial, teniendo como referencia el material antes mencionado.

El libro arte y artistas vidrio y cristales de la granja no solo aporta un panorama de donde proviene el vidrio, cómo evoluciona, y como se mantiene vigente sino que también muestra un galería en la cual la ejecución de la técnica toma una maestría. Este aporte es importante dentro de la investigación ya que proporciona un antecedente del vidrio, su desarrollo y su popularización.



- **Instrumento de exploración. Instrumento de aplicación.**

- Observación directa

- Entrevistas

## **DISEÑO METODOLOGICO**

### **ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACION**

El enfoque de la investigación será de tipo cualitativo, ya que a partir de la observación de las técnicas utilizadas en los talleres de manipulación en vidrio y a través de diversas técnicas de investigación se sistematizaran los procedimientos técnicos adecuados del termo formado y termo fundido en vidrio flotado.

Se estudiara el termo formado y termo fundido en vidrio flotado y las herramientas adaptados a los parámetros para la creación de una obra artística y su documentación en el manual didáctico, utilizando el **tipo de investigación exploratorio** en sus inicios ya que el temática no ha sido abordada de forma profesional para la proyección de una obra artística o artesanal de manera eficaz.

Así mismo la **investigación es de tipo descriptivo** ya que está dirigida a determinar cómo se manejan la técnica de termo formado y termo fundido y la ausencia de obra artística localmente.

### **SUJETOS Y OBJETOS DE ESTUDIO**

Esta investigación trata sobre la documentación y la sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido en vidrio flotado y posterior mente a la realización de un releve escultórico, realizado con las muestras resultantes de la experimentación.



Sujetos	Objetos
Personal que trabajan en los talleres de estudio	Material : El vidrio Flotado
	Procesos de fundición de vidrio: Termo Formado y Termo Fundido
	Talleres Artesanales: El taller Formas Vidrio Curvo, en sector de San Jacinto SS y El taller Green Glas, ubicado en la Colonia Escalón

## **CATEGORÍAS DE ANÁLISIS**

El vidrio como material principal para el estudio se desarrollará en diferentes fases.

Los procesos de termo formado y termo fundido se documentaran y se sistematizaran paso a paso y con este resultado se realizara un manual de referencia técnica para uso artístico y un relieve escultórico.

El relieve escultórico estará compuesto de varias piezas que se hayan trabajado en cada una de estas técnicas, un vitro mosaico en relieve hecho con las pruebas de laboratorio de termo fundido, sobre una estructura base elaborada con las pruebas de la técnica de termo formado.

### **Área de investigación: Talleres**

Categorías

1. Técnicas
2. Talleres de trabajo en vidrio en San Salvador

### **Área de investigación: Técnica**

Categorías:

1. El vidrio
2. El termo formado
3. El termo fundido
4. Las herramientas
5. El horno y la temperatura
6. La obra artística }



## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

- Fichas de observación: instrumento de investigación que se usaran en visitas de campo a los talleres de vidrio para documentar la información necesaria a de los procesos en vidrio realizados por los artesanos o trabajadores.
- Entrevista: interacción personal con los artesanos que dominan los procesos y el vidrio, para poder recolectar la mayor información posible
- Guías de Entrevistas: Instrumento que proporcionara una estructura acoplada a las necesidades e intereses de nuestra investigación, a las entrevistas a realizar durante las visitas de campo.



## PROCESO ANÁLITICO INTERPRETATIVO

<b>Matriz de la investigación</b>						
<b>Tema:</b> Sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido en vidrio flotado para su aplicación artística en San Salvador, 2017						
<b>Enunciado del problema:</b> ¿Cómo afecta la falta de información adecuada sobre las técnicas de termo fundido y termo formado al desarrollo y aplicación de las mismas en el medio artístico en San Salvador 2017?						
<b>Objetivo general:</b> Sistematizar los procesos de Termo formado y termo fundido para la elaboración de un manual de referencia técnica para proyectos artísticos						
<b>Objetivo Específico</b>	<b>Categoría</b>	<b>Unidades de análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Identificar las características generales de los materiales, herramientas y equipo a utilizar para la ejecución de las técnicas</b>	El vidrio como materia prima	Fuentes documentales especializadas internacionales	Contraste de fuentes	Social y Cultural	Análisis documental Entrevistas a artesanos	Fichas bibliográficas Guías de entrevistas Registro Fotográfico
	Herramientas para manipulación de vidrio	-Fuentes documentales especializadas internacionales -Experiencias en los talleres	Contraste de fuentes		Análisis documental Entrevistas a artesanos	-Fichas bibliográficas -Guías de entrevistas -Registro Fotográfico
	Curvas de temperatura	Fuentes documentales especializadas Experiencia en los talleres	Contraste de fuentes		Análisis documental Entrevistas a artesanos	Fichas bibliográficas Guías de entrevistas Registro Fotográfico



<p><b>Conocer los procesos técnicos del termo formado y termo fundido que se realizan en San Salvador</b></p> <p><b>Facilitar la información adecuada para el uso teórico-práctico a nivel sobre los procedimientos de cada técnica, por medio del manual de referencia técnica.</b></p>	Talleres de vidrio en San Salvador	Visitas de campo en 3 diferentes talleres de San Salvador	Experiencia de artesanos Experiencia docente	Social y cultural	Entrevistas a artesanos Grupo focal de docentes	Guía de entrevista  Guía anecdótica
<p><b>Exponer las reacciones de los materiales partiendo de su estudio teórico-práctico para la realización de una pieza escultórica a partir de los resultados obtenidos</b></p>	Muestreo y selección de material	Trabajo en talleres con las técnicas en vidrio	Experiencia cerámica para muestreo de piezas	Económica y Cultural	Termo formado Termo fundido de vidrio	Muestreo de piezas  Horno especializado  Ensamble  Maquetación
	Diseño de propuesta	Logo de escuela de artes a intemperie	Dibujo de propuesta escultórica		Dibujo arquitectónico	
	Maquetación	3D de la propuesta	Digitalización y renderizado		Diseño Grafico	
	Proyecto escultórico	Curación de la propuesta	ensamble de la obra		Escultura	



### CAPITULADO TENTATIVO

<b>Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017</b>		
Capitulo	Titulo	Contenido del capitulo
CAPITULO I	Antecedentes históricos y contexto actual	1.1 Historia del trabajo en vidrio
		1.2 El trabajo en vidrio en América
		1.3 Trabajo en vidrio bajo la acción del valor: Talleres de termo formado y termo fundido en San Salvador
CAPITULO II	Estudio de las técnicas: termo formado y termo fundido de vidrio	2.1 El vidrio
		2.2 Las Herramientas y el equipo
		2.2 Termo formado: realización y documentación de los procedimientos
		2.3 Termo fundido: realización y documentación de los procedimientos
CAPITULO III	El vidrio como recurso para la expresión plástica. Aplicación de las técnicas	3.1 Manual de termo formado y termo fundido de vidrio flotado
		3.2 Pieza escultórica de logotipo de la escuela de Artes de la UES



## ACTIVIDADES Y RECURSOS

### Cronograma de actividades

Actividades	Año 2017									
	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Seminario Orientación perfil	X									
Seminario Información	X									
Seminario Orientación de grupos	X									
Seminario temas y asesores	X									
Asesorías	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboración de perfil	X	X								
Búsqueda de bibliografía	X	X								
Visitas de campo		X								
Entrega de perfil		X								
Defensa del perfil			X							
Corrección del perfil			X							
Recolección de información	X	X		X						
Elaboración de instrumentos				X						
Elaboración de capítulo I				X	X					
Elaboración de capítulo II					X	X				
Elaboración de capítulo III						X	X			
Diseño y maquetado de obra escultórica						X	X			
Elaboración de la obra escultórica							X	X	X	
Entrega del Informe final								X	X	
Defensa del proceso de grado									X	





## PRESUPUESTO

<b>Bienes</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. unitario</b>	<b>P total</b>
<b>1</b>	<b>Resma de papel bond</b>	<b>\$ 3.75</b>	<b>\$ 3.75</b>
<b>20</b>	<b>Fotocopias</b>	<b>\$ 0.03</b>	<b>\$ 6.00</b>
<b>4</b>	<b>Anillados</b>	<b>\$ 1.50</b>	<b>\$ 6.00</b>
<b>2</b>	<b>Empastado</b>	<b>\$ 8.00</b>	<b>\$ 16.00</b>
<b>2</b>	<b>Memorias USB</b>	<b>\$ 5.00</b>	<b>\$ 10.00</b>
<b>1</b>	<b>Obra escultórica</b>	<b>\$ 300.00</b>	<b>\$ 300.00</b>
	<b>Otros útiles de escritorio: fólderes, lapiceros, lápices, borradores, etc.</b>	<b>\$ 15.00</b>	<b>\$ 15.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 356.75</b>

<b>Servicios</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. unitario</b>	<b>P total</b>
<b>1</b>	<b>Internet</b>	<b>\$ 40.00</b>	<b>\$ 40.00</b>
<b>1</b>	<b>Telefonía</b>	<b>\$ 35.00</b>	<b>\$ 35.00</b>
<b>1</b>	<b>Energía eléctrica</b>	<b>\$ 70.00</b>	<b>\$ 70.00</b>
<b>Indefinido</b>	<b>Medio de transporte</b>	<b>\$00.25</b>	<b>\$20.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 165.00</b>

<b>Humano</b>	
<b>Integrantes</b>	Melina Cecilia Grande Buendía GB08012 Luis Mauricio Renderos Bardales RB09029 Rony Alexander Hernández RiveraHR09058
<b>Asesor</b>	Miguel Ángel Mira Mira



## ANEXO 2

### DIAGNOSTICO

Como se ha planteado con anterioridad, la investigación y documentación de los procesos se realizara a partir de la experiencia de dos talleres que se dedican al trabajo en vidrio: el termo formado y el termo fundido. Así mismo se consultaran otras experiencias con otros talleres de la misma índole, para realizar, comparar y comprobar los resultados, dependiendo de la accesibilidad y disponibilidad que los demás talleres presenten.

- **Talleres donde se realizara de diagnóstico:**

Green Glass El Salvador: Avenida Republica General de Alemania, pje comunal casa #10, colonia Escalón, San Salvador.

Formas Vidrio Curvo: Final calle Darío Gonzales, pje Torres, #114 bis, Bo. San Jacinto, San Salvador.

- **Identificación del problema:** La falta de documentación y sistematización sobre los técnicas de termo formado y termo fundido de vidrio flotado, en el área de San Salvador en el año 2017, limitando el desarrollo del trabajo en vidrio a nivel nacional, y por tanto el mercado para este tipo de producto.

- **Antecedentes del problema:**

- **Green Glass:**

- Iniciativa de negocio o emprendimiento familiar/ 4 empleados o artesanos
- Opera como tal desde el año 2014.
- Capacitados en el proyecto de FUNDEMAS, con el apoyo de otras entidades, entre ellas la Cooperación Alemana, USAID, Fundación Gloria Kriet, etc.
- Área de trabajo artesanal



### **-Formas Vidrio Curvo:**

- Sociedad microempresaria.
- Opera como tal desde el 2014.
- Cuenta con un personal de 6 elementos. 4 de los cuales son trabajadores especializados en el trabajo en vidrio y en el proceso de termo formado
- Formación autodidacta e investigación constante y por medio de intercambios de experiencias con trabajadores del mismo rubro especialmente en México y Suramérica
- Área de trabajo artesanal y con la gran empresa

Ambos talleres están ubicados en comunidades o zonas marginales.

- **Descripción de los talleres.**

**1. Green Glass** (El Salvador: Avenida Republica General de Alemania, pje comunal casa #10, colonia Escalón, San Salvador). Ubicado en una comunidad marginal, El taller se encuentra en la casa de sus propietarios, la familia que conforman Green Glass: Rosa María Araujo (propietaria de la casa) y sus hijos Allan y Jonathan Araujo.

Por falta de espacio y recursos el taller esta “instalado” en la misma casa, en la cual se puede apreciar la abundancia de materia prima, que en este caso se trata de “vidrio”, conformado botellas recicladas, distribuidas entre los pasillos, y están colocadas en cajas. Además del material, cuentan con un horno pequeño el cual se usa para los proceso de termo fundido y termo formado, y se usa tres veces al mes debido a las situación económica que vive la familia, para no poder perder el subsidio de luz eléctrica. Además poseen varias herramientas para uso esencial de vidrio como lo son brocas lijás y cortadores de vidrio.



El espacio de en donde se encuentra el horno se ve reducido debido a la gran cantidad de material (botellas de vidrio) que se encuentra alrededor que además dificulta un poco la movilización dentro del área.

Los artesanos se mueven en el mercado artesanal por medio de encargos, en la feria de venta llamada “El Mercadito”, entre otros, y publicitando su producto por medio de la red social Facebook en la cual tiene galerías fotográficas con muestrarios de sus trabajo.

**2. Formas Vidrio Curvo** (San Jacinto, San Salvador: Calle Darío Gonzales, pje Torres, #114 bis) El Taller está dirigido por Julio grande, este es un taller amplio en donde trabajan cuatro artesanos. Cuenta con una experiencia de 37 años trabajando el vidrio, en los últimos 14 años se ha trabajado específicamente el vidrio Curvo o el tremo formado.

En el taller se encuentra una gran cantidad de material (Vidrio) y poseen un horno de gran tamaño: 70cm de alto, 2.40mt de largo, por 1.20mt de ancho; con 3 años de funcionamiento. Fue diseñado y elaborado por Julio Grande que además funciona con gas propano.

El Taller consta con amplia gama de herramientas especializadas para trabajar el vidrio, desde cortadores hasta sierras diamantadas para vidrio.

El producto se publicita y promueve por medio de la red social Facebook y además poseen un canal de YouTube en donde también se muestran capacitaciones y asesorías sobre procesos de fundición las cuales explican el señor Julio grande y además crea comunicación internacional por medio de este.

El mercado de este taller va desde acu aristas y artesanos hasta grandes empresas.



**ANEXO 3**  
**HERRAMIENTAS PARA LA INVESTIGACIÓN**

**12.1 GUÍA DE ENTREVISTA**

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Guía de entrevista sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

<b>LUGAR:</b> Green Glass Calle República Federal De Alemania, San Salvador	<b>FECHA:</b> Domingo 23 de abril de 2017
<b>HORA DE INICIO:</b> 2:00 pm	<b>HORA DE FINALIZACION:</b> 5:00 pm

**DATOS GENERERALES**

<b>NOMBRE DEL ENTREVISTADO:</b>	Rosa Araujo		
<b>PROFESION U OCUPACION:</b>	Artesanal	<b>EDAD:</b>	48 años
<b>ESCOLARIDAD:</b>			
<b>INSTITUCION DONDE LABORA:</b>	Green Glass (propietaria)		

**NOMBRE DEL (LOS) ENTREVISTADOR (ES)**

Melina Cecilia Grande Buendía

Luis Mauricio Renderos Bardales



## PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA

1. ¿En su opinión cual es la importancia de la creación de un manual de uso de las técnicas de termo fusión y termo fundido de tener el manual lo utilizaría en su taller?  
**Si lo utilizaríamos por sobre todo cuando un taller se encuentra en miras de expansión, es muy importante un registro que pueda ser guía de cómo hacer un trabajo en vidrio, así uno se ahorra la parte experimental que es la que más genera pérdidas.**
2. ¿Qué factores internos y externos influyen en el vidrio para una optimización de obra industrial? **La poca cultura que tiene la gente sobre el reciclaje, afecta la venta adecuada de un producto, y las instituciones aportan herramientas para un micro empresa, la gente no está interesada a querer trabajar en un negocio propio.**
3. ¿Considera usted que existe demanda artística en cuanto al trabajo en vidrio o se puede generar un mercado sostenible? **La belleza que aporta el vidrio genera una demanda no cualquier persona ve de menos el trabajo en vidrio aunque sea reciclado o artesanal, siempre hay algo que llama la atención sobre el vidrio, en cuanto al mercado si se puede construir un mercado el problema es que la gente acá es egoísta no le gusta ayudarse a crecer en grupo.**
4. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando con vidrio? **Después de las capacitaciones y la obtención del horno para trabajo artesanal y quemas individuales llevan 5 años trabajando con termo formado en vidrio reciclado.**
5. ¿Cómo considera su dominio técnico de las técnicas que aplica diariamente en su taller? **Nivel de dominio de técnica, lo considera alto, hay trabajos que realizan manualmente y mantiene una calidad de talla industrial. En las Tecnicas de termo formado están en constante búsqueda de información en la web de material audiovisual que aporte nuevas líneas de mejora en sus procesos.**



6. ¿Cree usted que existe el apoyo adecuado por parte de las instituciones para hacer del trabajo en vidrio un mercado internacional? **Existe apoyo actualmente aunque es poco visibilizado y las personas están muy acomodadas a no esforzarse**
  
7. ¿Cómo se introdujo en este mercado? **Por medio de capacitaciones de FUNDEMAS para trabajar con material reciclado, luego conocimos el vidrio en otro taller y con ese nos quedamos trabajando piezas que se puedan comercializar**
  
8. ¿Qué planes contempla para la expansión de su taller? **Tener más publicidad y ampliar el catálogo de piezas que sean más atractivas a todo público para mantenerse en el mercado.**



**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Guía de entrevista sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

LUGAR: Formas vidrio Curvo	FECHA: 24 de Abril de 2017
HORA DE INICIO: 10:30 am	HORA DE FINALIZACION: 11.45 am

**DATOS GENERALES**

NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Julio Cesar Grande		
PROFESION U OCUPACION:	Empresario	EDAD:	55 años
ESCOLARIDAD:	Superior		
INSTITUCION DONDE LABORA:	Formas vidrio curvo (propietario)		

**NOMBRE DEL (LOS) ENTREVISTADOR (ES)**

Melina Cecilia Grande Buendia  
Luis Mauricio Renderos Bardales

---





## PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA

1. ¿En su opinión cual es la importancia de la creación de un manual de uso de las técnicas de termo fusión y termo fundido de tener el manual lo utilizaría en su taller?  
**Aporta una guía más especializada para aplicar cualquier método o técnica nos favorece en gran medida a conocer datos puntuales acerca del vidrio y su manipulación abre oportunidades a mejorar los productos y su calidad en el mercado.**
2. ¿Qué factores internos y externos influyen en el vidrio para una optimización de obra industrial? **La poca documentación es un problema los que estamos incursionando en el trabajo en vidrio con termo formado y termo fundido hemos tenido que investigar de manera virtual la documentación de otros países, como somos pocos los micro empresarios que estamos en esto, no hay mucha colaboración en capacitaciones o en apoyo técnico que no favorezca.**
3. ¿Considera usted que existe demanda artística en cuanto al trabajo en vidrio o se puede generar un mercado sostenible? **Si existe demanda artística a nivel artesanal también de forma industrial hay demanda de vidrio curvo. La naturaleza del vidrio el costo bajo que mantiene ayuda a que el mercado sea sostenible y que se produzca una obra de calidad es una novedad el vidrio en centro américa.**
4. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando con vidrio? **Alrededor de 30 años**
5. ¿Cómo considera su dominio técnico de las técnicas que aplica diariamente en su taller? **Dominio de las técnicas es el necesario para mantener un producto con mínimas falla, las técnicas con las que sacamos la producción las hemos ido actualizando y depurando para mantener una calidad y que los costos de inversión no se eleven.**
6. ¿Cree usted que existe el apoyo adecuado por parte de las instituciones para hacer del trabajo en vidrio un mercado internacional? **No existe como debería no hay mucha institución que aporte capacitaciones con frecuencia que**



**podamos sentir que hay un apoyo en cuanto al mercado artesanal en la industria uno forma las cooperaciones para apoyarse técnicamente.**

7. **¿Cómo se introdujo en este mercado? Comenzó trabajando con vidrio plano en peceras cortes especializados luego usando asociados que estuvieran interesados en el vidrio de forma industrial de carácter curvo en su totalidad después de eso con la iniciativa y creatividad fue desarrollando renombre.**



**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Guía de entrevista sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

LUGAR: Beafalla	FECHA: Sábado 22 de abril de 2017
HORA DE INICIO: 3:00 pm	HORA DE FINALIZACION: 4:30 pm

**DATOS GENERALES**

NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	
PROFESION U OCUPACION:	EDAD:
ESCOLARIDAD:	
INSTITUCION DONDE LABORA:	Beafalla(propietaria)

NOMBRE DEL (LOS) ENTREVISTADOR (ES)

Rony Alexander Hernández

Melina Cecilia Grande Buendia

---

**PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA**

1. ¿En su opinión cual es la importancia de la creación de un manual de uso de las técnicas de termo fusión y termo fundido de tener el manual lo utilizaría en su taller?  
**Es interesante ver como el trabajo en vidrio se mantiene y se va actualizando el uso de un manual en donde yo pueda guiarme para experimentar con nuevas piezas para crear un producto llamativo es interesante.**
2. ¿Qué factores internos y externos influyen en el vidrio para una optimización de obra industrial? **Conocer la naturaleza del vidrio que estamos ocupando que tipo de temperatura se manejara para determinado resultado es importante manejar bien la intención de las piezas para no cometer muchos errores y mantener la producción**



3. ¿Considera usted que existe demanda artística en cuanto al trabajo en vidrio o se puede generar un mercado sostenible? ¿Por qué? **Si se puede generar una demanda artística ya un mercado artesanal están los diferente productos que elaboran los talleres que trabajan con vidrio y hasta el momento se puede mantener una producción el vidrio tiene muchas virtudes que aprovechar.**
  
4. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando con vidrio? **4 años en el mercado**
  
5. ¿Cómo considera su dominio técnico de las técnicas que aplica diariamente en su taller? **De todos los 12 que iniciaron este trabajo solo Beafalla mantiene el procesos de vidrio aplicable a joyería artesanal el dominio que mantiene es técnico en cuanto a los detalles de joyería y esmaltado para obtener un producto seriado con buena calidad**
  
6. ¿Cree usted que existe el apoyo adecuado por parte de las instituciones para hacer del trabajo en vidrio un mercado internacional? **No existe mucho apoyo la materia prima es de buena accesibilidad pero algunos implementos y desarrollos técnicos es necesario conocerlo por medio de capacitaciones los artesanos deben buscar la actualización de sus conocimiento y la depuración de sus procesos. Y básicamente arriesgarse con sus productos en medios como mercados de artesanías y ventas por internet.**
  
7. ¿Cómo se introdujo en este mercado? **Por medio de capacitaciones Conamype los estudios de diseño artesanal en la universidad, esos espacios dieron la pauta para comenzar con este trabajo.**



## 12.2 FICHA ANECDÓTICA

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Ficha anecdótica sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fundido en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

Anécdota

Nombre	Jonathan Araujo Rosa María Araujo		
Lugar	Green Glass Calle República Federal De Alemania, San Salvador	Fecha	
Incidente	<p>La micro empresa Green Glass surge de las capacitaciones que la entidad FUNDEMAS proporciono a las comunidades situadas en las cercanías del redondel luceiros en la capital.</p> <p>Inicialmente las capacitaciones eran para la realización de manualidades en materiales reciclables, de las cuales la señora Rosa Araujo formo parte.</p> <p>Al comprender la importancia de emprender con las herramientas que les mostraban en los talleres, decide participar en la capacitación de termo formado con vidrio de botella.</p> <p>Luego de muchos esfuerzos y capacitaciones logra que la institución alemana que patrocinaba las capacitaciones les donara el horno para poner en marcha una micro empresa. De ahí surge Green Glass una empresa familiar que se mantiene en el mercado con la técnica de termo formado en vidrio reciclado.</p>		



Observador	<p>Existen instituciones que apoyan parcialmente a la creación de microempresas, según la anécdota de la propietaria de Green Glass, dentro de la convocatoria a los talleres existe una realidad que afecta a la finalización de los mismos, la cual es el poco interés que muestran las personas de escasos recursos cuando se les brinda una ayuda en concepto de capacitaciones, el tema de remesas desde su punto de vista acomoda a las personas a no interesarse en montar un negocio propio.</p> <p>Ellos por su parte debido al contexto en el que se desarrollan optan por indagar más en los temas de capacitaciones y descubren el trabajo artesanal en vidrio inicialmente la deformación de los materiales con técnica de termo formado.</p>
------------	--



**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Ficha anecdótica sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

Anécdota

Nombre	Julio Cesar Grande		
Lugar	Formas vidrio curvo	Fecha	
Incidente	Los conocimientos fueron adquiridos mediante la capacitación de una fábrica italiana de hornos para termo formado de vidrio, y, posteriormente, debido a las limitantes de esta breve capacitación, la práctica y La formación autodidacta a través de la investigación sobre el tema y del intercambio de conocimientos con artesanos dedicados a esta labor, especialmente en México y Suramérica. Con casi cuatro años de experiencia, el área de trabajo de este taller, por sus características es artesanal, aunque su producto es consumido tanto por artesanos, como por grandes empresas a nivel centroamericano. Esta Sociedad, también formara parte de nuestra investigación a lo largo de su desarrollo.		
Observador	Formas vidrio es un taller único que trabaja con vidrio y con curvatura de material con el uso del termo formado, ha sido por ingenio de su propietario e investigación de los materiales que ha logrado solventar un mercado poco explorado con el termo formado en el país lo cual lo marca como pionero del trabajo en vidrio en la capital ya que maneja a escala industrial diferentes tipos de mercadería para negociación ya establecidos. Siendo un pequeño taller logra mantenerse actual después de mejorar sus propios procesos de trabajo en vidrio.		



### 1.2.3 GUÍA DE OBSERVACIÓN

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Ficha anecdótica sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

Nombre	Luis Mauricio Renderos Bardales	
Tema	Trabajo con vidrio corte	
Fecha	Julio 28 a agosto 17	
Horario	Inicio	Termino
2:00 pm a 4:00 pm por las tardes 10:00 am a 12:00 pm por las mañanas	2:00 pm / 10:00 am	4:00 pm / 12:00 pm
Guía de observación		
Objetivo	Observación	Resultado
Conocer las características del corte de vidrio	Observamos y experimentamos como efectuar el corte de un vidrio y los métodos que se pueden emplear su preparación, mesa de trabajo, materiales, recomendaciones, y ejercicios	El vidrio es un material muy versátil de trabajar, el corte que se emplea para una pieza debe ser preciso el área de trabajo debe estar libre de imperfecciones en la superficie  Adaptar el brazo al uso de cortador de vidrio es importante el mal uso del cortador puede generar daños en la muñeca, y a la hora de separar el corte de vidrio se realiza en la superficie no al aire debido a que siempre se liberaran fragmentos y astillas diminutas de vidrio.  Se debe ocupar el material de seguridad adecuado, guantes anteojos de protección y tenaza plana para vidrio





**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Escuela de Artes**

Ficha anecdótica sobre la Sistematización de los procesos de termo formado y termo fusión en vidrio flotado para la elaboración de un manual didáctico y su aplicación artística y artesanal en El Salvador, 2017.

**OBJETIVO:** Sistematizar los procesos de termo formado y termo fundido de vidrio flotado para la elaboración de un manual, como recurso didáctico, para uso artístico y artesanal

Nombre	Luis Mauricio Renderos Bardales		
Tema	Esmalte vítreo		
Fecha	Del 25 de agosto al 26 de septiembre de 2017		
Horario	Inicio	Termino	
Domingos por la tarde y entre semana por la mañana	2:00 pm /10:30am	4:00 pm /12:00 pm	
Guía de observación			
Objetivo	Observación	Resultado	
Conocer el uso y aplicación de esmaltes en piezas de vidrio cortado para su horneada y resultado de coloración	<p>La aplicación de un esmalte vítreo es similar a la aplicación de un esmalte cerámico.</p> <p>Se compraron los esmaltes en casa Miriam, solo se utilizaron cuatro colores para la decoración de las muestras de vidrio</p> <p>Los pinceles sintéticos se utilizan principalmente debido a que no dejan mucho registro de cerdas en la implementación del esmalte</p>	<p>Se realizaron varias pruebas de aplicación de esmalte vítreo</p> <p>Se debe colocar una pincelada homogénea evitando estirar demasiado el esmalte sobre la pieza.</p> <p>Al instante de secar y unir las piezas se generan burbujas de oxígeno en el esmalte separando áreas de color</p>	



	<p>Los esmaltes ocupados para la prueba fueron de mara satélite se agita el material y se revisa la parte inferior del recipiente para revisar que el esmalte está bien agitado</p> <p>Los esmaltes en su aplicación sobre las piezas de vidrio son muy opacos similares a los tonos de una tempera.</p> <p>Colocamos pinceladas gruesas para asegurarnos que el detalle del color en la hora de la quema no quedara opaco. Se revisó la ubicación de las piezas para que el detalle del esmalte vítreo quedara adentro de dos piezas de vidrio como un encapsulado.</p>	<p>Se debe colocar el esmalte sin diluir y las piezas deben secar en los bordes para luego ser unidas en su totalidad de esta forma el esmalte seco evita que la parte fresca del centro se deforme y quede efecto burbuja en el interior</p> <p>Se esperó de 3 a 5 minutos para unir las piezas esmaltadas</p> <p>La pincelada tuvo que ser punteada para no esparcir él y obtener otro efecto</p> <p>Se utilizaron gotero con agua y esmalte mezclado con agua para observar resultados ambos fueron insatisfactorios</p>
--	--	---

