



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 24 – NOVIEMBRE DE 2009

“FUNDICIÓN EN METAL EN LAS ENSEÑANZAS ARTÍSTICAS.”

AUTORÍA CRISTINA BÁRCENAS HERMOSILLA
TEMÁTICA ENSEÑANZAS ARTÍSTICAS
ETAPA BACHILLERATO, CICLOS FORMATIVOS ARTÍSTICOS

Resumen

La fundición artística es el proceso escultórico mediante el cual obtenemos una pieza o piezas metálicas tras haber fundido el metal elegido. Es un sistema de producción muy laborioso, y en el que es necesario conocer y dominar la técnica; cualquier equivocación puede provocar que se rompan las piezas e incluso causar un accidente que haga peligrar la integridad de las personas. Si analizamos la técnica, se puede observar que se mantiene básicamente igual que desde que se comenzó a fundir el metal para la realización de objetos hace ya 4.000 años.

Palabras clave

Tridimensionalidad, bronce, colada, chamota, horno, cera, galvanoplastia, moldes, bocetos, bronce, modelado, barro, bachillerato, ciclos formativos,

1. INTRODUCCIÓN

El proceso escultórico, representación artística de la tridimensionalidad, tiene varios sistemas para realizarse:

- Modelado: proceso aditivo; empleando como material aquel que es blando y por lo tanto modelable. Barro, cera, plastilina
- Talla: proceso sustractivo. El material empleado es duro y se trabaja eliminando material hasta encontrar la forma deseada. Piedra, madera.
- Construcción: unión de diferentes materiales con lo que se consigue la escultura. Los materiales son tan variados como los que se encuentran en la naturaleza y los que ha creado el hombre.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 24 – NOVIEMBRE DE 2009

- Fundición: tras un largo proceso se obtienen piezas en metal (normalmente en bronce).

Salvo la construcción que se originó en el S. XX, los otros tres sistemas se han empleado desde que el hombre tuvo conciencia de que los objetos que estaba realizando era “arte” y no solo estaba haciéndolo con un sentido práctico.

Las técnicas de fundición han sido históricamente y actualmente continúan con esa tendencia, una forma de reproducción escultórica con un material duradero, de los de mayor importancia en la creación artística.

2. FUNDICIÓN

La fundición artística es el proceso escultórico mediante el cual obtenemos una pieza o piezas metálicas tras haber fundido el metal elegido.

Es un sistema de producción muy laborioso, y en el que es necesario conocer y dominar la técnica; cualquier equivocación puede provocar que se rompan las piezas e incluso causar un accidente que haga peligrar la integridad de las personas.

Si analizamos la técnica, se puede observar que se mantiene básicamente igual que desde que se comenzó a fundir el metal para la realización de objetos hace ya 4.000 años. Evidentemente, hay partes del proceso en las que se emplean máquinas en vez de realizarlas personas, pero esto se aplica para cuando se trata de obras de las que se reproducen muchas piezas iguales. Sin embargo, para cuando es necesario fundir esculturas únicas, se mantienen el proceso manualmente.

El metal que más se emplea tanto tradicionalmente como en la actualidad es el bronce. Se caracteriza por ser un material costoso, con una técnica difícil, pero con un resultado muy bueno tanto estéticamente como por ser muy duradero, el paso del tiempo y sobretodo la climatología le proporciona una pátina de herrumbre, que le sirve de capa protectora. Es una técnica que está muy unida a la metalurgia. Ha sido la técnica más empleada para retratos, para representar grupos escultóricos, sobretodo de figuras humanas y sobretodo, para cuando se ha tratado de representar héroes, dioses y reyes. Por todas estas características se ha empleado para esculturas que se iban a situar en lugares públicos. El bronce es una aleación ente el cobre y el estaño, la proporción entre estos determinará el grado de dureza:

- Menos del 15% de estaño: piezas blandas, buenas para cincelar y darle el acabado preciso
- Más del 35% de estaño: bronce con mucha dureza.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 24 – NOVIEMBRE DE 2009

2.1. Técnicas de fundición

El comienzo se desarrolla como si se realizase una escultura de barro, madera, o en otro material, continuando con las pautas que se siguen normalmente. Una vez que tenemos la pieza original realizada, hay que optar por el proceso que se va a seguir. Las tres técnicas que se pueden emplear son a la cera perdida, en arena y galvanoplastia.

Los resultados obtenidos son diferentes:

- Con la fundición a la cera perdida es posible conseguir figuras metálicas, sólidas y duraderas, con detalles que sería imposible lograr por otros medios.
- La fundición en arena se emplea para obtener formas más sencillas. Es más empleada en la industria, para rejillas por ejemplo.
- La galvanoplastia es una técnica que produce piezas que son normalmente muy delgadas y precisas, pero son unas obras que no tienen la fuerza de los trabajos hechos con las otras técnicas en metal. Esta técnica se empleará en los ciclos formativos de joyería y orfebrería.

3. LA FUNDICIÓN EN LOS CICLOS FORMATIVOS Y BACHILLERATO

El proceso de fundir metales es uno de los más laboriosos y del que hay que tener profundos conocimientos de la técnica, pero a su vez posiblemente sea el más apasionante participar.

El mayor problema que se encuentra para trabajar en el aula de Volumen con esta técnica, es la necesidad de contar con el material apropiado para trabajar con seguridad. En casi ningún centro existe un horno de fundición, ya que acondicionar el aula, comprar la maquinaria y el bronce es demasiado costoso para este tipo de enseñanza. Lo que si se encuentra son centros donde los propios profesores junto con los alumnos han fabricado un horno artesanal.

Se puede tomar como ejemplo de esto que se ha indicado anteriormente, el horno fabricado por profesores y alumnos en la escuela de Arte y Diseño de Baeza. El horno es de pequeñas dimensiones ya que sino se podría correr peligro a la hora de fundir el metal. El horno se construye con ladrillos refractarios; estos consiguen que se pueda fundir el bronce, teniendo en cuenta que la temperatura que se va a alcanzar es muy alta. El horno consiste en un espacio de pequeñas dimensiones con una abertura delantera para introducir el crisol. El crisol es el recipiente metálico donde se funde el bronce.

En la Unidad Didáctica “*FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA*”, se abordará este tema con el siguiente planteamiento: la actividad que se plantea a los alumnos/as es la realización de dos figuras creada por ellos de bulto redondo, con unas medidas aproximadas de 20 cm. El tema sobre el que van a trabajar es el cuerpo humano; podrán optar por modelar un cuerpo entero o un detalle con ese



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 24 – NOVIEMBRE DE 2009

tamaño; van a emplear dos materiales distintos, por lo que harán una primera figura realista pero hecha por planos para lograr los volúmenes, por la complicación de conseguir la forma del cuerpo humano. En la otra figura también se desarrollará el tema de la figura humana, pero esta vez tendrán que partiendo de la que ya han hecho, realizar una abstracción.

En primer lugar tienen que diseñar las formas, por medio de dibujos con diferentes técnicas: grafito o carboncillo para la primera idea, representando los volúmenes por medio de las sombras; empleando diversas técnicas gráficas como lápices de colores, acuarelas o temperas, intentarán tener más información de cómo será la obra una vez terminada. Es necesaria que sean representadas el mayor número de vistas. Con estos bocetos conseguirán tener una visión bidimensional de su propia obra; siempre hay que tener en cuenta que el planteamiento inicial puede ser variado, ya que pueden observar que al pasar de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad alguna parte del proyecto no funcione estética o técnicamente, siendo necesario variar cuando estén modelando.

El tratamiento de la obra será el mismo en cuanto proporciones, volúmenes, líneas de fuerza, movimiento...

El modelo original se puede realizar en cualquier material pero siempre tienen que ser pasado a cera por medio de un molde. El planteamiento de la unidad Didáctica es que los alumnos aprendan a realizar las formas hechas en barro y en cera:

- El trabajo del original hecho en cera, lo único que requiere es una herramienta que proporcione calor al material para poder modelarlo. Se pueden emplear cualquier elemento para esto, desde el más rudimentario como unos palillos de hierro calentados en un hornillo eléctrico, hasta una espátula caliente o un soldador de estaño, siendo estos más adecuados al facilitar el trabajo.

La herramienta con la que van a contar los alumnos/as es un palillo de modelar de hierro; para calentarlo y que sirva para lograr los volúmenes con la cera se va a emplear un hornillo eléctrico: sobre este deberán dejar reposar el palillo durante unos minutos hasta que este tenga la suficiente temperatura para que la cera no se derrita y si vaya teniendo la forma deseada.

El modelado de cera se suele hacer con piezas de pequeño tamaño por la dificultad que entraña modelar grandes piezas.

Cuando se modela en cera hay que tomar precauciones y tener las ventanas de la clase abiertas, ya que se produce humo proveniente de calentar la cera y produce dolores de cabeza.

- Cuando las obras hayan sido elaboradas con otro material, es necesario hacerle un molde. En esta ocasión para facilitar el trabajo del alumno, van a emplear el material con el que han estado trabajando en las otras Unidades Didácticas y, por lo tanto, les es más fácil el manejo el barro.

El molde que se ha elaborado tradicionalmente ha sido el de escayola, aunque actualmente el más usado es el de silicona, al ser un material que proporciona unas copias con bastante detalle, con relativa facilidad de hacer el molde y que puede ser utilizado en múltiples ocasiones.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 24 – NOVIEMBRE DE 2009

Obtenido el negativo, se extrae el original limpiándolo muy bien. El siguiente paso será la preparación del molde para verter la cera: bien encajadas las piezas del molde, se dejan fijas por unos ganchos. Mientras en un cazo habrá que calentar la cera hasta que se licue; no puede tener trozos de cera duros porque puede provocar que se pierdan detalles del molde. Tras asegurar que la pieza está bien sujeta y no tiene aberturas por donde se escape, se vierte la cera. La pieza que se está realizando debe ser hueca por lo que hay que dejar la cera que seque durante unos segundos para que se forme la figura, para luego sacar la cera sobrante; es necesario mover el molde, pero puede que este sea demasiado pesado o existan partes que puedan ser más frágiles por lo que en este caso, se opta por estampar la cera con pincel.

Seca la cera de dentro del molde, si la pieza tiene un tamaño que pueda correr peligro de que se deforme, se echa en el interior un “macho” compuesto por ladrillo molido y escayola bien batido y líquido; la proporción adecuada es de dos partes de ladrillo y una de escayola, mezcla que consigue que la figura de cera tenga macizo el interior. Aunque el tamaño de las piezas es pequeño, puede que alguna requiera hacérselo porque tenga un volumen grande.

El molde se puede abrir y extraer la pieza.

La obra en cera tiene que ser repasada por el alumno, ya que por lo general aparecen rebabas, y zonas donde no ha recubierto la cera totalmente la pieza lo que va a variar es la técnica de modelado. El proceso de repasado se hace con los mismos palillos con los que se ha modelado en cera.

El paso siguiente será la realización del *árbol de fundición*. En primer lugar hay que clavar unas puntas al macho para unir este con el posterior revestimiento; por lo tanto tendrán que ser lo suficientemente largas para unir ambas partes. Hay que explicar la necesidad de este paso: en un momento del proceso la cera de la pieza desaparece por lo que si estas puntas no existiesen el macho variaría de posición. La importancia del *árbol de fundición* se encuentra en que es el sistema para que penetre el metal, salgan los gases y el aire; si no está bien hecho se puede estropear todo el trabajo realizado anteriormente. Las partes del árbol son los bebederos, que son las arterias por las que va a circular el metal, los respiraderos y el orificio de entrada. Los bebederos son unos tubitos de cera que salen de múltiples puntos de la figura; deben situarse por rodeando la forma para que llegue el metal a todas las zonas; los tubitos tienen que ser delgados para que tampoco penetre demasiado material. El orificio de entrada actuará de embudo y los respiraderos serán el lugar por donde salga el aire y los gases producidos con la combustión del material.

Terminada la pieza, los alumnos/as construirán el árbol de fundición, empleando para hacer los tubitos o pajitas para beber o tubitos de papel y recubriéndolos posteriormente con cera derretida. Secos los tubitos y tras haber comprobado que los tubos y la boca para verter están perfectamente unidos, hay que hacer el molde con chamota.



Ejemplo de Árbol de fundición

Terminado el *árbol de fundición* hay que recubrir todas las formas con chamota (ladrillo cocido y pulverizado con escayola) para obtener el negativo, en este caso refractario. Lo general es que se den distintas capas de chamota de diferente grosor para conseguir un molde con suficiente dureza; en el aula sólo habrá de dos tipos de grosor. El grosor de los granos de chamota será más grueso que el empleado anteriormente para hacer el macho de la pieza. En un barreño mezclarán la chamota con escayola, mezcla con la que irán cubriendo el árbol de fundición; será necesario dejar que las capas se vayan secando para dar otra y lograr el grosor necesario.

Tras esta preparación, hay que hacer desaparecer la cera que hay en el interior del bloque; esto se lleva a cabo en el interior de la mufla. La mufla es un espacio estanco metálico o de ladrillo donde por medio de calor, se queman los moldes, desapareciendo la cera interior y la posible humedad que tuviese tras realizar los moldes (es necesario que no haya nada de humedad ni restos de agua, ya que cuando se produzca el vertido del metal haría que saltasen gotas de este con el peligro que esto supone, además de la reacción que se produce con el bronce que resulta dañado al contacto con el agua. La mufla que se va a emplear es la que hay en la clase de cerámica.

Antes de hacer la colada hay que poner el bronce en el crisol (recipiente donde se va a fundir) y este dentro del horno de fundir. Hay que tener en cuenta que este no es un horno como el que se emplea en las aulas para cocer el barro. Disuelto el bronce, se vierte en el molde cuidando de eliminar la escoria que aparece en la parte superior del molde. Este proceso es preferible que lo hagan dos profesores ya que si cayese algo de bronce fundido encima de alguien o, como ha sucedido en ocasiones, saltan fragmentos de escoria volando, pueden producirse heridos. Las dos personas que manipulen el bronce estarán protegidas con guantes, petos y mascarillas ignífugas.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 24 – NOVIEMBRE DE 2009

Hay que dejar que enfríe y se solidifique en el espacio de tiempo necesario, ya que si se enfría con demasiada rapidez pueden aparecer grietas provocadas por las tensiones mecánicas y si por el contrario este proceso se realiza demasiado lento, la pieza pierde consistencia.

Comprobado que la pieza se ha enfriado, se procede a romper la materia refractaria (el molde de chamota), dejando ver las formas que anteriormente se encontraban en la materia original, y posteriormente en cera, con los volúmenes en bronce, con los tubos que han servido para que introdujese el metal y para que saliesen los gases; se puede apreciar que la obra se encuentra con numerosas asperezas e irregularidades en la superficie. En el caso de que se emplease un macho en el interior, habría que eliminarlo, quitándolo a trozos, siempre teniendo la suficiente cautela para que no se rompa la pieza.

3.1. Acabado de las piezas

El acabado de la pieza dependerá de la calidad del molde, de la pureza de la colada y del planteamiento que se haya hecho el alumno. Con el fundido a la cera perdida, se consiguen unos acabados bastante buenos, sobretodo si se ha utilizado una aleación de bronce de buena calidad.

La pieza según sale del molde de fundición tanto en el caso del proceso con cera es un objeto con imperfecciones, con una superficie áspera y con rugosidades, además de encontrarse todavía unida al *árbol de fundición*.

Los pasos que seguirán los alumnos son los siguientes:

- Unión de piezas: Si alguna obra hubiese que haberla separado por pieza, por la dificultad de fundirla de una vez al tener salientes muy pronunciados que se pudiesen partir (brazos o piernas extendidos). En este momento del proceso es cuando hay que soldarlas para conseguir el volumen final de la obra. La soldadura que se suele emplear es la autógena. En las uniones de las juntas quedarán restos del metal que se emplea para soldar.
- Cinceladura y desbastado: los restos de las varillas, las imperfecciones en la superficie de la obra por restos de escoria o no haber penetrado bien por todas las zonas y las juntas de unión hay que eliminarlas.

En primer lugar hay que eliminar el *árbol de fundición*. Con un martillo y un cincel hay que ir quitándolo, rompiendo el metal. Se tendrá especial cuidado en las uniones, para no dañar la pieza.; es preferible dejar un poco de tubo unido, que intentar eliminarlo y dañar la pieza. Esto se realiza con un cortafrío bien afilado.

En las zonas donde han estado las varillas o ha sido el punto de unión de las juntas la superficie queda con una serie de parches, que será necesario igualar con el resto de la superficie empleando punzones de matar brillo.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 24 – NOVIEMBRE DE 2009

En los lugares donde se encuentran los alfileres o clavos donde estaba sujeto el macho al molde, se hace un agujero con un taladro, para posteriormente con un macho de roscar, introducir una varilla del mismo color del material final.

- Pulimentado: con el pulimento de la superficie, se consigue un aspecto lustroso. En las pequeñas obras o secciones se emplea el torno. Tradicionalmente se ha usado el bruñido a la piedra.
- Patinado: con el paso del tiempo el bronce adquiere una patina natural de tonos verdosos. Pero estos colores se pueden lograr empleando ácidos, óxidos... por medio de la oxidación. Los colores de las esculturas en bronce, es uno de los aspectos que caracterizan este material: los colores variarán entre amarillo-naranja, verde-azulado, verde, verde oscuro, pardo, rojo, rosado-florentino, negro.

Los alumnos harán una pátina diferente con cada una de las dos piezas, para ver la diferencia de resultado. Los ácidos hay que rebajarlos con agua antes de aplicarlos; el modo usual de aplicarlos es con brocha sobre la superficie a la que previamente se habrá calentado con soplete para acelerar el proceso de oxidación. Los ácidos más empleados son sulfuro de potasa, sal de hacederas, cianuro, o acetato de cobre entre otros.

3. GALVANOPLASTIA

Técnica inventada en el S. XIX, y aunque no es realmente un proceso de fundición, suele considerarse como tal ya que el resultado es la obtención de una pieza metálica. En escultura no suele ser una técnica empleada habitualmente; es mayor su utilización en el ámbito de la joyería. Esta técnica se cita aquí porque en el ciclo de

¿En qué consiste la galvanoplastia? Es un proceso que se basa en el traslado de iones metálicos de un polo positivo a uno negativo, a través de un medio líquido compuesto por sales metálicas. Se basa en la electrolisis (la descomposición de un cuerpo por la electricidad): en un recipiente donde hay una mezcla electrolítica se introduce el metal con el que se quiere recubrir la pieza y la pieza; el primero será el polo positivo mientras que el segundo será el polo negativo. El paso de la corriente eléctrica producirá que el metal se descomponga y pase por el medio acuoso hasta la pieza, recubriéndola.

La pieza que se va a recubrir puede ser un modelo o un molde, o sea que se puede tratar de una pieza original o tratarse de una obra que se ha obtenido tras realizar un molde. Para que se produzca el paso de la electricidad, es necesario que este objeto sea trasmisor, por lo que aquellos que sean de madera, yeso o cera es imprescindible cubrirlos de un material como el grafito o la plata.

Existe una variedad de la galvanoplastia que se denomina galvanostegia; esta consiste en el recubrimiento de una pieza de metal con una capa fina de otro metal diferente, para que funcione como protección u ornamento.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 24 – NOVIEMBRE DE 2009

Bibliografía

- Midgley, B. (1993). *Escultura, modelado y cerámica*. Madrid: Blume ediciones.
- Wittoker, R. (1999). *La Escultura. Procesos y principios*. Alianza forma.

Autoría

- Nombre y Apellidos: Cristina Bárcenas Hermosilla
- Centro, localidad, provincia: Escuela de arte Mateo Inurria, Cordoba
- E-mail: cristinabh9199hotmail.com



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 24 – NOVIEMBRE DE 2009