

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Departamento de Escultura**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

**TESIS DOCTORAL**

**LA FUNDICIÓN DE METAL EN EL CONTEXTO  
ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE  
GRANADA**

**SARA AL HAJ**

**2019**

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Departamento de Escultura**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

**LA FUNDICIÓN DE METAL EN EL  
CONTEXTO ACADÉMICO DE LA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Memoria que presenta SARA AL HAJ para optar al grado de  
Doctor con Mención Internacional por la Universidad de Granada

**Director**

Prof. Dr. Jorge Alberto Durán Suárez

**Doctoranda**

Sara Al Haj

**Granada, 2019**



Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autor: Sara Al Haj  
ISBN: 978-84-1306-596-0  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/63582>



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Departamento de Escultura**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

Jorge Alberto Durán Suárez, Catedrático de Universidad del Dpto.  
de Escultura de la Universidad de Granada

HACE CONSTAR

Que la presente memoria titulada “La fundición de metal en el contexto académico de la Universidad de Granada” ha sido realizada bajo mi dirección por D<sup>a</sup>. Sara Al Haj y cumple las suficientes condiciones para que su autor pueda optar a su defensa.

Granada, octubre 2019





## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a la Universidad de Damasco por darme la oportunidad de seguir mis estudios superiores fuera del país, para enriquecer mis conocimientos y experiencias personales, culturales y académicas.

Así también, quiero dar las gracias a la Universidad de Granada por acogerme, especialmente al Departamento de Escultura por aceptarme para poder inscribirme en el Programa de Doctorado en Historia y Artes. De igual manera a dicho Programa de Doctorado en Historia y Artes, marco en el que desarrolla esta Tesis Doctoral.

Especial agradecimiento a mi Director el Catedrático de Universidad D. Jorge Alberto Durán Suárez por aceptarme y depositar su confianza en mí, facilitarme las informaciones necesarias para llevar a cabo esta investigación y guiarme sabiamente para un correcto desarrollo del trabajo.

A D. José Antonio Aguilar Galea, Profesor Titular de la Universidad de Sevilla, por su generosidad a la hora de prestarme toda documentación que estuvo en su mano.

A todos los demás profesores y agentes de las universidades españolas, especialmente de la Universidad de Granada, con los que contacté para facilitarme las informaciones necesarias.

Gracias a mis amigos y compañeros que me apoyaron durante todos estos años, en mis peores y mejores momentos, y siempre han permanecido a mi lado.

A mis padres y mis hermanos por estar ahí, desde Siria, dándome amor y cariño, aguantándome y ayudándome a pesar de la distancia y las dificultades que hemos afrontado juntos; gracias a ellos por creer en mí.

De igual manera a mis otros padres, mis suegros, que me han acompañado durante gran parte de mi vida en Granada desde el momento en que les conocí hasta hoy. Siempre han estado apoyándome, con su inmenso cariño y amor en todos mis momentos tanto alegres como difíciles.

El más profundo y especial agradecimiento quiero brindarlo a mi compañero de vida, a mi marido, Jesús Montoya Herrera. Sin él no habría sido posible que esta investigación llegara a buen puerto. Con su presencia siempre a mi lado y su ayuda, ha sido el empujón necesario para alcanzar los resultados deseados en esta Tesis Doctoral.







# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b>   | <b>19</b> |
| <b>1.1. Introducción</b>   | <b>21</b> |
| <b>1.2. Objetivos</b>  | <b>26</b> |
| <b>1.3. Metodología</b>  | <b>28</b> |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2. BREVE EVOLUCIÓN DE LA METALURGIA</b>  | <b>31</b> |
| <b>2.1. La edad de los metales, tecnología de la metalurgia, obtención de materias primas, hornos de fundición y técnicas de trabajo</b> | <b>33</b> |
| 2.1.1. Introducción  | 33        |
| 2.1.2. La Edad del Cobre   | 38        |
| 2.1.3. La Edad del Bronce  | 43        |
| 2.1.4. La Edad del Hierro  | 47        |
| <b>2.2. Próximo Oriente</b>  | <b>51</b> |
| 2.2.1. Mesopotamia   | 52        |
| 2.2.2. Siria   | 60        |
| 2.2.3. Egipto  | 61        |
| <b>2.3. La Grecia Antigua</b>  | <b>68</b> |

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| 2.3.1.  | Civilizaciones Minoica y Micénica               | 68             |
| 2.3.2.  | Época Oscura                                    | 73             |
| 2.3.3.  | Época Arcaica                                   | 77             |
| 2.3.4.  | Periodo Clásico y Helenístico                   | 79             |
| <b>2.4.</b>   | <b>Civilización Etrusca e Imperio Romano</b>    | <b>90</b>      |
| <b>2.5.</b>   | <b>La Edad Media</b>                            | <b>99</b>      |
| <b>2.6.</b>   | <b>El Renacimiento</b>                          | <b>109</b>     |
| <b>2.7.</b>   | <b>Siglos XVII Y XVIII</b>                      | <b>124</b>     |
| <b>2.8.</b>   | <b>El Siglo XIX</b>                             | <b>137</b>     |
| <b>2.9.</b>   | <b>Época Contemporánea</b>                      | <b>152</b>     |
| <b>2.10.</b>  | <b>Conclusiones Parciales</b>                   | <b>171</b>     |
| <br><b>CAPÍTULO 3. LAS TÉCNICAS ARTÍSTICAS DE FUNDICIÓN</b> |   | <br><b>175</b> |
| <b>3.1.</b>   | <b>Introducción</b>                             | <b>177</b>     |
| <b>3.2.</b>   | <b>La fundición a la cera perdida</b>           | <b>179</b>     |
| 3.2.1.  | Introducción                                    | 179            |
| 3.2.2.  | Moldes y métodos de fundición a la cera perdida | 182            |
| <b>3.3.</b>   | <b>Fundición a la arena</b>                     | <b>193</b>     |
| 3.3.1.  | Introducción                                    | 193            |
| 3.3.2.  | Tipos de arena                                  | 193            |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 3.3.3.      | Características de arenas de moldeo                              | 199        |
| 3.3.4.      | Métodos de fundición a la arena                                  | 201        |
| <b>3.4.</b> | <b>Otros métodos de fundición</b>                                | <b>214</b> |
| 3.4.1.      | Fundición con modelos gasificables (poliestireno expandido).     | 214        |
| 3.4.2.      | Fundición a presión  | 218        |
| 3.4.3.      | Fundición por coquilla (por gravedad o propio peso de la colada) | 219        |

**CAPÍTULO 4. INTRODUCCIÓN. BREVE HISTORIA DE LAS FACULTADES DE BELLAS ARTES ESPAÑOLAS Y LA FUNDICIÓN DE METALES COMO ASIGNATURA ACADÉMICA** **223**

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>4.1.</b> | <b>Origen de las facultades de Bellas Artes españolas.</b> | <b>225</b> |
| 4.1.1.      | Introducción   | 225        |
| 4.1.2.      | La Real Academia de San Fernando de Madrid                 | 227        |
| 4.1.3.      | La Real Academia de Bellas Artes de San Carlos             | 234        |
| 4.1.4.      | La Escuela Gratuita de Diseño de Barcelona                 | 240        |
| 4.1.5.      | Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Sevilla   | 243        |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 4.1.6.      | La Escuela de Bellas Artes del País Vasco  | 246        |
| <b>4.2.</b> | <b>Recorrido histórico de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas</b> | <b>252</b> |
| 4.2.1.      | Introducción   | 252        |
| 4.2.2.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense   | 255        |
| 4.2.3.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia                               | 260        |
| 4.2.4.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla  | 265        |
| 4.2.5.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona  | 270        |
| 4.2.6.      | Facultad de Bellas Artes de La Universidad de la Laguna  | 273        |
| 4.2.7.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco  | 278        |
| 4.2.8.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Castilla–La Mancha                                 | 280        |
| 4.2.9.      | Facultad de Bellas Artes de la Universidad Miguel Hernández de Altea                             | 281        |
| 4.2.10.     | Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada  | 283        |
| <b>4.3.</b> | <b>Conclusiones parciales</b>  | <b>285</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 5. LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA, DESDE SUS ORÍGENES HASTA LA ACTUALIDAD</b> | <b>289</b> |
| <b>5.1. Introducción: Breve historia de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada y la enseñanza artística</b>                 | <b>291</b> |
| <b>5.2. Origen de la fundición artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada</b>                                      | <b>299</b> |
| <b>5.3. Desarrollo y evolución académica de la fundición artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada</b>            | <b>303</b> |
| 5.3.1. Primera etapa (plan de Licenciatura de 1989)   | 303        |
| 5.3.2. Plan de Licenciatura de 1999. Primera asignatura propia de fundición artística   | 305        |
| 5.3.3. Plan de Grado en Bellas Artes de 2010. Primera asignatura propia de fundición artística  | 310        |
| <b>5.4. Conclusiones parciales</b>  | <b>317</b> |
| <b>CAPÍTULO 6. RELACIÓN DE ARTISTAS Y OBRAS SIGNIFICATIVAS CON VINCULACIÓN A LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA</b>     | <b>319</b> |
| <b>6.1. Miguel Moreno Romera</b>  | <b>321</b> |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 6.2.   | Miguel Barranco López                                       | 325        |
| 6.3.   | José Antonio Castro Vílchez                                 | 328        |
| 6.4.   | Miguel Fuentes Del Olmo                                     | 331        |
| 6.5.   | Juan Antonio Corredor Martínez                              | 334        |
| 6.6.   | Jesús Martínez Labrador                                     | 337        |
| 6.7.   | Ramiro Megías López   | 339        |
| 6.8.   | Balbino Montiano Benítez                                    | 342        |
| 6.9.   | Jesús Montoya Herrera                                       | 344        |
| <b>CAPÍTULO 7. EL PROFESOR ANTONIO SORROCHE CRUZ, COMO PARADIGMA DE LA FUNDICIÓN TÉCNICA Y ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE GRANADA</b> |   | <b>349</b> |
| 7.1.   | Semblanza profesional, formativa, académica e investigadora | 351        |
| 7.2.   | Obras artísticas realizadas en fundición                    | 357        |
| <b>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES GENERALES</b>  |   | <b>371</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |   | <b>381</b> |

# 1

## INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA





# **1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

## **1.1. INTRODUCCION**

La fundición del metal ha sido un sinónimo del progreso y el desarrollo desde los tiempos remotos del hombre. Es lógico que el hombre prehistórico, tras comprender y asumir las ventajas del material, empezase a emplearlo. Estos primeros estadios de producción humana se pueden considerar una auténtica revolución de la historia de la humanidad. Esto quiere decir que la dedicación exclusiva a la fundición constituye uno de los hechos más significativos en la evolución del desarrollo humano. Su nacimiento fue posible por la existencia de recursos alimentarios suficientes gracias a la agricultura que cubría la cota necesaria para el consumo doméstico. Este hecho permite una progresiva diversificación de tareas, entre ellas la dedicación metalúrgica. También y principalmente influye en el desarroll

o de la metalurgia la aparición de técnicas de comercio y de desplazamiento complejas. Es por lo tanto que se producen muchas mejoras como consecuencia directa de esta nueva actividad y de la especialización de los grupos que se desplazan de la tierra de origen hacia la búsqueda del mineral en el desarrollo de la metalurgia.

Los prehistoriadores señalan la Época Del Metal a partir del conocimiento de la aleación para endurecerlo. Dicho esto, el bronce, que se obtiene desde mediados del II milenio, es una de las primeras aleaciones, obtenida a partir de cobre con añadidos de estaño. Con este tipo de investigaciones y pruebas el metalúrgico primitivo adquiriría conocimientos aplicados sobre aleaciones, fusibilidad y adquisición del material. La Época Del Metal para muchos historiadores comienza en la Época del Bronce, cuando la metalurgia ya tenía un largo camino. No es casualidad pues, que la obtención del primer metal fundido no es sino el resultado de una investigación lenta y en donde también se dio la tecnología que este hecho precisaba. Este extraordinario proceso necesitó de nuevas transformaciones así como un conjunto de nuevas profesiones dedicadas a la búsqueda del material, exploradores, mineros y fundidores metalúrgicos lo cuales poseían conocimientos de minerales y conocimientos técnicos para su tratamiento.

La visión crítica del hombre-artista es la que conecta a cuestionamientos relacionados con la actualidad social. Artistas, pintores y escultores han sido los principales historiadores que han permitido profundizar en el conocimiento de las culturas: Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma... Hasta nuestros días los artistas han escrito en la historia las más importantes páginas sobre religión, política, vida social, etc. La

experimentación en lo que respecta la fundición del metal ha venido dándose en el hombre-escultor desde la Prehistoria con la Edad de los Metales hasta llegar a la vida moderna dándose en este momento una búsqueda de nuevas técnicas e investigaciones mismamente compartida entre científicos, técnicos y artistas. Bien es sabido que la industria proporciona nuevas materias que los escultores adoptan, algunas pudiéndose utilizar en procesos intermedios como los moldes o como materia definitiva escultórica, y estos materiales precisan manipulación. El escultor debe reciclarse, pues la diversidad de materias utilizadas en la escultura y sus procesos obligan al artista a estar indagando y reciclando técnicas y procesos, inclusive abarcando conocimientos en las nuevas tecnologías. Frecuentemente en el arte contemporáneo se vislumbran esculturas fundidas en metal a través de las más diversas técnicas como por ejemplo a la cera perdida, o la integración de materiales con metales y ensamblajes, también mezclas de metales como plata y níquel sobre bronce (Robert Terrier), o la técnica del poliestireno expandido (Pistoletto).

La materia es a la escultura lo que la palabra es a la poesía. El artista en su obra posee la especial virtud y capacidad esencial de comunicarse con su entorno social a través de la obra y para ello necesita un exhaustivo conocimiento de ese lenguaje que le permita hacerlo, que permita traducir ese concepto estético y esa imaginaria a través de la técnica. Han sido los artistas los que en calidad de aprendiz han tomado el legado de las experiencias y enseñanzas de los maestros y profesionales bien por comunicación, aprendizaje y observación. La formación en el ámbito de la escultura es imprescindible en el alumnado y para ello debe apoyarse en la profesionalidad del profesorado, donde

en el caso que nos atañe como es la fundición se considera de suma importancia la técnica. Esto garantizaría la formación del alumno para un futuro profesional. No obstante en la actualidad en nuestro país se carece en cierta proporción de estudios bibliográficos y técnicos que permitan una mayor difusión de las técnicas utilizadas entre nuestros artistas, en especial en las facultades de Bellas Artes.

La existencia de la fundición artística en la Facultades de Bellas Artes en España es reciente, comenzando a través de investigaciones personales dentro de las mismas universidades. Da buen ejemplo de ello, como posible germen, un curso de doctorado que fue impartido en la Laguna (Tenerife) por el titular de la Complutense de Madrid Eduardo Capá Sacristán en 1984. A partir de esta iniciativa, la fundición se incorporaría en la asignatura “Técnicas y Procedimientos escultóricos”. En 1993 se realizó un plan nuevo de estudio especialmente de esta materia con denominación final “fundición”. Desde este momento, la fundición se puede considerar como un proceso de investigación que complementa formaciones e informaciones de los alumnos de las Facultades de Bellas Artes. Todo ello no hubiese sido posible sin la ayuda del Profesor Juan Carlos Albadejo Gonzalez quien posibilitó seguir y ampliar el sentido de la fundición artística con actividades y programaciones, tras la experiencia del curso de doctorado del artista Capa. La actual memoria que se presenta para ser defendida como Tesis Dcotoral profundiza en el nacimiento de la fundición artística en contextos académicos de las universidades españolas y en su desarrollo hasta la actualidad.

A raíz de lo dicho, el camino sobre el que versa este trabajo, una vez contextualizado, es el de la investigación exclusiva y novedosa sobre

lo concerniente a la historia y creación de la fundición en la Facultad de Bellas Artes en Granada, en tanto que a la actividad que actualmente se viene desarrollando en ese espacio (pues hasta la fecha no hay material que ponga el acento exclusivamente sobre este tema propuesto). Es por ello por lo que cobra importancia la realización de una retrospectiva sobre la vida de este taller de fundición de la misma Facultad. Un análisis de envergadura donde quede sintetizado todo lo que hasta la fecha se realizó y se viene realizando, dando cabida a sus precedentes y su construcción, su rol dentro de la Facultad y su relación y repercusión en la ciudad de Granada, atendiendo a las personas que han hecho posible, a sus técnicas particulares y materiales, a las obras realizadas por un vasto grupo de artistas vinculados a la institución universitaria, a la tecnología de la fundición, etc. En general, este trabajo de investigación ha tratado de reflejar todas las dimensiones humanas y materiales que comprenden la relación académica con la fundición técnica y artística.

## 1.2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental para la Tesis Doctoral consiste en el estudio de la fundición de metales, no férricos, de la Facultad de Bellas Artes de Granada en el contexto académico. Paralelamente y para poder llegar a nuestros objetivos principales, ha sido necesario realizar una contextualización y profundización en torno al concepto y desarrollo de la fundición, lo cual se puede concretar en varios subapartados.

- A. Búsqueda y estudio bibliográfico sobre el desarrollo de la fundición de metal desde sus inicios hasta hoy en día, pasando por sus importantes avances industriales y artísticos, así como los procesos de las técnicas de fundición artísticas.
- B. Contextualización histórica de los inicios de las facultades de bellas artes españolas, analizando la enseñanza artística de las nobles artes en las primeras Academias Reales y Escuelas Superiores.
- C. Estudio concreto del origen de la fundición de metal en el ámbito académico de las facultades de bellas artes españolas, su nacimiento, su desarrollo docente y su panorama actual.
- D. Realización de un estudio histórico de dicha facultad, así como de los inicios de las enseñanzas artísticas en la ciudad de Granada.
- E. Realización de un estudio del recorrido histórico de la fundición de metales de dicha facultad desde la perspectiva docente, las actividades realizadas, los planes de estudios, así como los

textos escritos en forma de artículos y libros derivados destacados relacionados con el tema y las técnicas usadas.

- F. Desarrollo de un catálogo de las obras en bronce más relevantes del profesorado y de artistas vinculados a la Facultad de Bellas artes de la Universidad de Granada.
  
- G. Caso de estudio del profesor Antonio Sorroche Cruz como gran exponente en la fundición de metales de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, tanto a nivel técnico y artístico, materializado en creaciones artísticas, como a nivel de difusión de la investigación, haciéndose necesario un estudio de sus trabajos de investigación (artículos en revistas especializadas, libros y monografías, y dirección de Tesis Doctorales concernientes a la fundición y sus técnicas desarrolladas.



### **1.3. METODOLOGÍA**

Este trabajo, basado en una metodología cualitativa, se ha centrado, en un primer momento, en el análisis del estado de la cuestión a nivel global. Para ello se ha realizado una primera búsqueda bibliográfica y documental que ha ayudado a determinar los puntos clave de la investigación y a desarrollar el plan de trabajo y el esquema a seguir.

Una vez diseñado el plan de acción y los puntos a tratar, en un primer apartado de la investigación (la parte relacionada con la historia y desarrollo de la fundición de metal desde sus orígenes hasta la época contemporánea), se ha utilizado una amplia bibliografía histórica al respecto, acompañada de otros documentos electrónicos y webs de interés. De forma similar se ha acometido la investigación relacionada con las técnicas de fundición de metales, completando la recogida de información mediante la asistencia a algunas clases de fundición en la Facultad de Bellas Artes de Granada, que ayudaron a ultimar las informaciones técnicas y académicas relacionadas con la enseñanza de la fundición artística.

A su vez, para los apartados relacionados con la enseñanza artística en España y su recorrido histórico se han consultado, además del estudio de fuentes bibliográficas habituales, Reales Decretos de la época que han ayudado a vislumbrar el panorama de aquellas épocas.

De igual forma, para los apartados que tratan de la inclusión y desarrollo de la materia de fundición artística en el panorama académico a nivel estatal (y especialmente en el caso de la Universidad de Granada) se han utilizado, de forma combinada, fuentes bibliográficas y estudios

científicos previos junto al estudio y análisis de planes de estudio de diferentes épocas, completando esta información con entrevistas a docentes que han sido protagonistas de los diferentes cambios y han contribuido a esclarecer informaciones que no aparecían ni en la bibliografía ni en los estudios previos.

Paralelamente se ha ido sistematizando y ordenando la información, se han realizado dos publicaciones científicas (una revista y un libro) relacionadas con el tema, y se ha procedido a la redacción y maquetación final del documento.



**2**

**BREVE EVOLUCIÓN DE LA  
METALURGIA**



## **2. INTRODUCCIÓN. BREVE EVOLUCIÓN DE LA METALURGIA.**

### **2.1. LA EDAD DE LOS METALES, TECNOLOGÍA DE LA METALURGIA, OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS, HORNOS DE FUNDICIÓN Y TÉCNICAS DE TRABAJO**

#### **2.1.1. Introducción**

Hablar de la fundición de metal es hablar de un salto cualitativo en el desarrollo y la evolución del humano prehistórico. El desarrollo de la metalurgia y sus aplicaciones fue bastante progresivo y gradual, y se desconoce el momento exacto del comienzo de la fundición como proceso, aunque puede afirmarse que su inicio fue posterior al descubrimiento del fuego (hecho que los expertos también atribuyen a un acto de coincidencia). Antes del descubrimiento del metal se utilizó la piedra tallada y los huesos trabajados, la madera, las fibras vegetales y las pieles de animales como materiales de trabajo transformados por el

hombre, siendo en esa época el sílex el material más usado para armas y otras herramientas. Éste era fragmentado en láminas más o menos cortantes, adecuadas a las necesidades de caza de los primeros hombres, pero las necesidades del hombre de mejorar su adaptación al entorno natural, de comprender el mundo, y de expresarse, supuso el impulso para buscar otros materiales dando lugar, con el descubrimiento del cobre, al inicio de lo que se conoce como Edad de los Metales (comprendida entre los milenios V-I a. C aproximadamente).

La metalurgia, entendida como el arte de beneficiar los minerales y de extraer los metales que contienen para ponerlos en disposición de ser elaborados, nació a través de observar las propiedades de los minerales que existían en la naturaleza en estado metálico, conocidos como metales nativos, como el cobre, la plata, el oro o el platino, que al tener brillo y colores llamativos pudieron captar la atención al hombre prehistórico, que empezó a experimentar con ellos y descubrir sus propiedades, realizando con la ayuda de un martillo hecho de piedra pequeños objetos decorativos de cobre y oro. Los minerales fueron aprovechados largo tiempo antes del desarrollo de la metalurgia, como el óxido del manganeso y el hierro, que se utilizaron como pigmentos en las pinturas rupestres o para cubrir los cuerpos de los difuntos desde al menos el Paleolítico Superior. Esta etapa de la utilización de los metales nativos, que supone un periodo premetalúrgico se inicia hace más de 10000 años en las zonas del Próximo Oriente (Montero, 2014). Los metales son dúctiles y poseen la capacidad de adoptar formas distintas a través del trabajo en frío mediante la percusión y presión, pudiendo estirarse en láminas o en hilos.

Algunos metales nativos fueron trabajados con estas técnicas primarias, pero eran muy frágiles y fáciles de romperse.

Más tarde, debido a la mejora en el dominio técnico del fuego fue posible su aplicación a los minerales metálicos, dando lugar al nacimiento de la tecnología de fundición y la extracción de metales. La idea de utilizar el fuego como elemento de trabajo de ciertos objetos no era nueva. El fuego ya era empleado para calentar piedras (en la talla de sílex, el fuego se usaba para preparar el trabajo de talla, cambiando a veces también el color original de la piedra), endurecer puntas y herramientas de madera, así como a finales del paleolítico se había utilizado para calentar pigmentos de óxidos de hierro, consiguiendo que el color final cambiase.

La gran ventaja de poder fundir los metales es poder reaprovechar el metal pues, si se rompía el objeto original, podían producirse unos nuevos objetos utilizando el metal de los objetos rotos. Esto era habitual para la fabricación de hachas o puntas de flecha. Este proceso fue muy importante para el desarrollo de las sociedades y civilizaciones, repercutiendo especialmente en la agricultura, la industria y la domesticación de los animales.

No hay una fecha exacta del inicio de la fundición como proceso, aunque en los primeros intentos de fundición, se piensa que pudo usarse la simple lumbre del hogar, que llegaba a alcanzar temperaturas entre 600 a 700°C aproximadamente, suficiente temperatura para transformar el carbonato de cobre en cobre metálico a partir de piedras como la malaquita. Con la obtención de estos primeros metales se posibilitó la realización de objetos de formas más finas, delgadas y complejas.



Algunos autores, como Woolley (1977), afirman que el fenómeno del descubrimiento del metal no es un hecho absolutamente casual, sino que el grupo que lo desarrolla tiene una tecnología suficiente y posee además materia prima en abundancia para alcanzar el proceso. Según dicho investigador, fue a partir de los hogares utilizados en el proceso de creación de la alfarería donde pudo conseguirse una temperatura bastante próxima a la necesaria para la obtención del metal fundido. Así, se pone de manifiesto una relación estrecha entre la cerámica y los primeros procesos de fundición.

Por otro lado, los análisis de objetos antiguos sugieren que la forja del metal se conoció antes de desarrollar la fusión de los metales. Pese a que los hornos eran rudimentarios, la evidencia demuestra no obstante la gran habilidad que se poseía para lograr elevadas temperaturas, usando como combustible el carbón de leña. Los primeros moldes eran de piedra, siendo la mayoría abiertos y no necesariamente hechos para objetos planos; algunos moldes eran multitrabajo y tenían cavidades talladas en cada lado del bloque de las piedras.

Así pues se puede deducir que en el desarrollo de los procesos de fundición intervinieron varios factores y tecnologías previas, tales como el trabajo cerámico y el trabajo de forja del metal

Esta primera era de la metalurgia se puede dividir en varias fases: la primera es la preliminar, muy parecida a la premetalurgia; a continuación la fase inicial plenamente metalúrgica, que es la fase de la innovación y experimentación que incluye las primeras aleaciones; la fase final es la de la producción intensa de la metalurgia, con procesos y técnicas más depuradas, aunque en cada zona el desarrollo de la

metalurgia fue diferente según la economía y el nivel social de cada región. Se puede considerar, gracias a los descubrimientos arqueológicos, que la fecha del trabajo del metal oscila entre el 5000 y el 3000 a.C., según las investigaciones y los análisis de los objetos encontrados entre los pobladores de Asia Occidental y la costa del Mediterráneo. Estos procesos han sido hallados en Irán en Tal-i-Bliss 4100 a.C. y antes, en el 5000 a.C. en Mesopotamia, donde fundieron el cobre a una temperatura de 1083 °C y lo introdujeron en moldes; también trabajaron la extracción del mineral del cobre de las minas que están próximas al Mar Muerto, en Timna (Israel). Además, según Montero (2014), a nivel mundial, no existe ninguna vinculación entre el desarrollo de la metalurgia en Eurasia y en América, siendo claramente dos invenciones independientes, y el proceso innovador tuvo sus ritmos diferentes, como atestigua la situación de las culturas indias en América del Norte. Allí, gracias a la abundancia de cobre nativo (especialmente en el área de los Grandes Lagos), y a una demanda y consumo social limitado, no fue necesario el hecho de adoptar una verdadera metalurgia a lo largo de los más de 7.000 años transcurridos desde su primer uso. Se llegó a la fundición y colado del metal, como atestiguan los crisoles, pero esa gran disponibilidad de metal nativo no exigió buscar otros recursos o minerales alternativos como en otras partes del mundo.

De los 80 metales que se conocen en la naturaleza, en la antigüedad se utilizaron solo 8 metales, según Montero (2014). El resto, como el aluminio, no se emplearon porque estaban fuera de la capacidad tecnológica, por varios factores que han hecho difícil el aprovechamiento de estos metales, como las altas temperaturas necesarias para fundirlos,

o la dificultad para ser separados de los otros elementos que los acompañan en el mineral. Estos 8 metales que usaron son el cobre, la plata, el hierro, el oro y el plomo, el estaño, el zinc, y el mercurio, los tres últimos de dichos metales se utilizaron casi exclusivamente como base de las primeras aleaciones, siendo muy pocos los objetos que se han fabricado sólo con estaño y zinc metálico. El mercurio, que aparece en un estado líquido a temperatura ambiente, también se usó para producir otras aleaciones.

En la actualidad, pese a las numerosas investigaciones, aún no hay consenso científico para datar el primer objeto del metal en la antigüedad, aunque los prehistoriadores piensan que la realización del primer objeto metálico ocurrió en el Próximo Oriente entre el 8000 y el 4500 a.C.

### **2.1.2. La Edad del Cobre**

Este metal suele encontrarse en la naturaleza en formas distintas: en granos, con forma arborescente o en piezas macizas y compactas. El cobre se podía obtener por la fusión o a través la reducción. Los óxidos más importantes de los cuales se extrae el cobre son; la cuprita (óxido rojo de cobre muy frecuente en la naturaleza, contiene 88,8% de cobre), melaconita (óxido negro, 79,8%), azurita (carbonato azul, 65,5%), malaquita (carbonato verde, 57,33%), y otros que contienen cobre en menor proporción como la calcopirita o pirita cuprosa, la calcosina, la bornita, la tetraedrita y o el cobre gris. El tratamiento de estos minerales es diverso: a veces solo consiste en la reducción simple de los óxidos, aunque los minerales sulfurados presentan mayor complejidad. Es por

ello que los primeros que se utilizaron fueron los de más fácil tratamiento, tanto óxidos como carbonatos: malaquita, cuprita y azurita. Sin embargo, alcanzado cierto nivel tecnológico, se produce un avance decisivo: la reducción de los minerales sulfúricos, que requieren un proceso más lento y complejo, pero que una vez dominado, amplía considerablemente las fuentes de abastecimiento de la materia prima. Algo después se logra también reducir la casiterita, obteniendo estaño, que aleado con el cobre en proporciones adecuadas producirá el bronce (Eiroa, 1996).

En este sentido, de Grinberg (2004), afirma que:

*“por la facilidad con la que se reducen los carbonatos y por estar en la parte superior del afloramiento mineral, estos debieron ser los primeros minerales que los hombres aprendieron a reducir. Si se muelen los carbonatos y se los mezcla con carbón de leña granulado, colocándolos en el interior de un crisol al que se introduce en una hoguera, por acción del calor y el carbón los carbonatos se descomponen generando gases de carbono y el cobre queda libre, fundiéndose y depositándose en el fondo del crisol en forma de un botón...”*

Uno de los elementos más frecuentes que aparecen juntos al cobre es el arsénico (As). Según Montero (2014), el cobre arsénicado o el bronce arsénicado, sea en su carácter natural o intencional, ha sido definido como la primera aleación. Actualmente en la mayoría de los casos la presencia de arsénico, en proporciones superiores al 1%, se explica por la reducción de minerales de cobre arsénico.

Sin embargo, antiguamente el hombre podía distinguir algunos minerales por el color y la textura, pero no conocía que elementos los

integraban ni en qué proporción se encontraban en un determinado mineral.

Se cree que los primeros trabajos, rudimentarios, con el cobre nativo en las zonas del Próximo y Medio Oriente preceden al conocimiento de la cerámica, y los primeros objetos de cobre nativos que se han hallado han sido elementos personales como colgantes, anillos o cuentas, adornos alejados de ningún uso útil, debido a sus propiedades físicas (fragilidad y poca resistencia). Era un metal exótico y escaso que se encontraba junto a otros tipos de piedra, pero que se podía trabajar de maneras diferentes.

En las aleaciones del cobre o de metales en general, hay una intencionalidad en sus preparaciones que demuestran un conocimiento metalúrgico importante y un control en la obtención de esas aleaciones y sus proporciones.

Los minerales del cobre que tienen colores vistosos funden a una temperatura menor de (800-900) °C, mientras que el metal puro funde a 1083°C. En el proceso de fusión del metal y la reacción de los minerales del cobre por el calor se produce la combinación del oxígeno y el carbono, liberando posteriormente el cobre metálico y el dióxido de carbono. Se encontraron en Próximo y Medio Oriente una cantidad grande de objetos hechos de cobre puro (Montero, 2014).

Sin embargo, no se utilizó el cobre para producir una gran cantidad de objetos masivos hasta el V milenio a.C., aunque sí se empleaba para ciertos adornos. En la época de Calcolítico (4000- 3100) a.C., fabricaban

hachas a partir de cobre además de las hechas de piedra pulimentada. Se piensa que este hecho se debe a razones sociales, pues las fabricadas en cobre se encontraron en los ajuares de gente importante o grupos dirigentes. Un ejemplo que presenta la importancia del valor del cobre es Ötzi, la momia natural más antigua de nuestra especie descubierta hasta la actualidad (pertenece al Calcolítico, 3200 a.C.). El conocido como “Hombre de Hielo”, objeto de estudio constante desde que fuera encontrado en un glaciar de los Alpes en el año 1991 (Helena, 2016), que medía casi 160 cm y tenía entre 35 y 45 años, fue encontrado con una hacha de cobre con un mango de madera (figura 2.1). Los estudios del hacha ponen de manifiesto el buen estado en el que se conserva la misma, permaneciendo prácticamente intacta y siendo la única de su tipo en el mundo. Según las informaciones extraídas de la página web oficial del Museo de Arqueología del Tirol del Sur, La hoja está compuesta de cobre puro al 99,7% y tiene forma trapezoidal. El mango está hecho de tejo y mide aproximadamente 60 cm de largo. La cuchilla de cobre está fijada en el eje de la bifurcación del cabo con alquitrán de abedul y está unida firmemente con correas de cuero para mantenerla en su lugar. La cuchilla fue fundida en un molde, enfriada y luego trabajada por martilleo. Los signos de desgaste muestran que el hacha se había utilizado con frecuencia y por lo tanto tuvo que ser reafilada.



*Fig. 2.1. Hacha de Ötzi. Cobre con mango de madera. 2500 a.C. aproximadamente. 60 cm, aproximadamente. Tirol del Sur Museo de Arqueología. Adaptada de: [http://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/asesinato-otzi-fue-actotraicion\\_10738/7](http://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/asesinato-otzi-fue-actotraicion_10738/7)*

Hay opiniones distintas sobre si la metalurgia ha podido desarrollarse de manera independiente en varios sitios de la tierra, y si hubiera un sitio concreto del origen de la metalurgia, una zona original. Tampoco hay consenso entre los expertos en el hecho de si en los Balcanes hubo una metalurgia desarrollada gracias a la del Próximo Oriente, o fue desarrollada de manera parecida pero independiente, o si esa metalurgia pudo ser más antigua incluso de la del Próximo Oriente. Las informaciones actuales no permiten a tener una respuesta clara o definitiva. Los estudios de los primeros restos metalúrgicos son muy parecidas en muchas zonas sobre todo en la fecha que comprende finales

del VI hasta el inicio del V milenio a.C., aunque los factores económicos y sociales fueron distintos.

Sin embargo, en la Península Ibérica la metalurgia apenas tuvo desarrollo hasta 1.500 años después, ya que los conocimientos de la metalurgia en esa zona se quedaron ocultos hasta que las condiciones económicas y sociales lo permitieron utilizar.

### **2.1.3. La Edad del Bronce**

La edad del bronce podemos situarla entre el 3000 y el 1000 a.C. en la zona de Mesopotamia; la industria del bronce auténtico en Europa podemos situarla en los comienzos del II milenio a.C. Las primeras aleaciones de bronce se realizaron por añadidura de arsénico al cobre. El aprendizaje y el conocimiento del uso práctico de las impurezas del metal y las pruebas metalúrgicas fueron avanzando hasta poder llegar a conseguir un metal más duro y a la vez más fácil para fundir, pero estos resultados con arsénico no convencían plenamente a los metalúrgicos, pues la calidad de la aleación final era cuestionable. Continuando con la experimentación se descubrió que mezclar el cobre con el estaño daba mejores resultados que el arsénico a la hora de elaborar, producir y fabricar las herramientas, con mejores calidades en sus acabados. Sin embargo la utilización de los dos tipos de bronce (el bronce con arsénico y el bronce con estaño) fue coetánea, siendo en un principio el uso del bronce arsenical más generalizado, es decir, su utilización fue más común en Europa, Anatolia, y las Islas del Egeo durante el III milenio a.C.

Tardó el cobre bastante tiempo en ser sustituido por el bronce como metal principal, aunque hay casos documentados tales como



algunos objetos con presencia de estaño en los milenios V y IV a.C. en Turquía y los Balcanes; no obstante el uso avanzado del bronce empezó en la segunda mitad del III milenio siendo su empleo totalmente mayoritario en las zonas del Próximo y Medio Oriente. Por su parte, en el norte de Europa occidental su uso se generalizó a finales de este tercer milenio a.C.

El proceso de la obtención y tratamiento del bronce es bastante elaborado: se inicia con los prospectares del metal, luego los mineros, los transportistas por tierra o mar, los fundidores de lingotes, y finalmente los bronceístas. Su producción es tan complicada a nivel económico que posibilita la consecución de riqueza y promueve la diferenciación de diversos productos a cambio de metal (Fernández, 1989).

El estaño nativo en la naturaleza es menos frecuente que el cobre (se conocen muy pocas minas del estaño si se compara con el cobre), y siempre está vinculado a rocas metamórficas de tipo graníticas, siendo su existencia en el Próximo Oriente y Europa Oriental escasa, mientras que es abundante en muchas zonas de Europa Occidental, como por ejemplo el noroeste de la Península Ibérica, Francia e Inglaterra. Su mineral aparece de forma oxidada y se extrae mediante golpeo o a partir de depósitos fluviales, igual que el oro. El estaño funde a 232 °C; esta temperatura es la más baja de todos los otros metales antiguos, a excepción del mercurio. Es muy bando y son muy pequeños los objetos hechos de estaño (collares, elementos pequeños, o para decorar algunas láminas de cerámica).

El color del bronce cambia según las proporciones de estaño en las que se mezcla con el cobre. Entre 5-10% de estaño el color del bronce es amarillo o dorado, mientras que si la cantidad del estaño es superior al 15%, el bronce empieza a tener tonos plateados (aunque el bronce de tono plateado se utilizó más adelante por los romanos).

Había varias formas para obtener el bronce. En principio fue mediante la correducción conjunta de los minerales de cobre y estaño. Este proceso permitía poco control en la composición final el metal obtenido. La temperatura era un factor importante para conseguir el objetivo final. Para poder unir el cobre con el estaño en el proceso de correducción, había que mantener las temperaturas altas en el horno o cámara de reducción en una atmósfera reductora.

Otro proceso estaba basado en un proceso de cementación, donde se mezcla el cobre metálico con la casiterita (bióxido de estaño, mineral de color pardo y brillo diamantino, del que principalmente se extrae dicho metal); en este proceso se mejoraba las condiciones de control, y el contenido de cobre que entra en el proceso es mayor que cuando se parte de compuestos minerales. Otro método para alea el cobre con el estaño fue la fundición de cobre con el estaño metálico. En este proceso el control es mucho mayor de las proporciones aleada que los otros dos métodos anteriores. Sin embargo, no se conoce exactamente el momento que se empezaron a utilizar los últimos dos procesos. Los pocos restos de estaño en estado metálico se fechan en el III milenio a.C., en Turquía, en las minas de casiterita de Kestel (Montero, 2014).

Según Mohen (1992), gracias al descubrimiento en Cornualles de una escoria datada hacia el 1800 a.C., sabemos que la casiterita podía reducirse y que los hombres conocían el estaño en estado metálico, aunque no se conoce con precisión el tipo del horno.

El desarrollo del proceso de fundición fue muy significativo en la edad del bronce, y repercutieron en el desarrollo agrícola de estas sociedades. De esta forma la abundancia del bronce hizo al agricultor más eficaz, produjo mejoras en el trabajo de la madera, que repercutieron en la construcción de barcos y carruajes, así como en la preparación de las armas de ataque y defensa. El desarrollo económico y social fue evolucionando paralelamente con la producción del bronce, gracias a dos rutas comerciales fundamentales: la del ámbar y el estaño. La ruta del ámbar se desarrolló debido a la provisión de este material traslucido y amarillento, valioso, que se utilizó para fabricar collares y otros tipos de joyas (que han sido encontrados en el sur de Inglaterra y en las tumbas de Micenas). La obtención del ámbar tuvo su origen en Europa: la costa del Báltico (Letonia, Lituania, el occidente de la Península Danesa), continuando en dirección hacia Gran Bretaña a través del mar. La ruta del estaño se debe a la producción de bronce que fue suficientemente rentable. Esta ruta ha sido más difícil de definir, pues la literatura clásica confina el estaño en las islas Casitérides. El historiador griego del siglo V a.C., Heródoto, no conocía las islas del estaño, pero asegura que el estaño y el ámbar llegaban con seguridad hasta nosotros desde los confines de la tierra (Fernández, 1989).

La documentación arqueológica sobre este periodo en la extensión geográfica de Europa desde el Cáucaso hasta las Islas Británicas, según

Fernández (1989) es abrumadora. Los estudios locales son tan densos en informaciones de tono especializado, que es difícil dibujar una panorámica a grandes rasgos. Sin embargo, el entramado cultural se teje y se desteje siguiendo el hilo de las artes y es el despliegue de objetos valiosos que se depositaron en las tumbas (joyas o vasos de oro, espadas y puñales, delicados alfileres metálicos, collares de ámbar, cuentas de loza, etc.), asignable a esta fase de la Edad del Bronce, en donde se sustentan, por encima de todos los particularismos, las directrices sociales y económicas generales.

Estas rutas comerciales, técnicas, económicas y sociales en el periodo del Bronce ofrecieron un apoyo importante a la creación artística, como se muestra en las primeras fases de la producción de la metalurgia del bronce donde destacan unos objetos pequeños de ornamentación. De esta forma, en este periodo Europa ha presentado una buena colección de objetos artísticos y herramientas de bronce muy importantes: armas, collares, adornos personales, estatuillas,...etc.

#### **2.1.4. La Edad del Hierro**

Las primeras poblaciones que empezaron a usar el hierro fueron los hititas en la zona de Anatolia hacia el segundo milenio a.C. Los hititas fueron metalúrgicos magníficos, lo que facilitó que alcanzaran un alto estatus tanto a nivel económico como cultural. Ellos manipularon la primera metalurgia del acero, y de las aleaciones férricas en esa época histórica. El hierro es una masa porosa, una mezcla entre metal y escorias, y los grados de dureza dependen de la cantidad de carbono que absorbe el metal. Para aumentar la dureza del hierro, una rama de los

hititas calentaron el lingote con carbón vegetal para conseguir el acero, más duro que el hierro dulce (Artola, 2016)

Según Mohen (1992), para los historiadores griegos Esquilo y Estrabón, el hierro se inventó en Paflagonia, en la costa del mar Negro en la actual Turquía, donde es fácil encontrar arenas ricas en mineral de hierro, magnético. A su vez, Corredor (1999) defiende que el “secreto hitita” fue detentado por este pueblo durante varios siglos. Aparte de los trabajos en hierro los hititas continuaron realizando un buen número de figurillas procedentes de Bogazkoi, Tokat y otros lugares de la Península, figurillas que representan dioses siguiendo la más intensa inspiración siria (dios joven que camina, dios con la maza divinidad sedente, etc.), e indirectamente influidos por Mesopotamia y Egipto.

Hacia 1265 a.C. se encontró una carta perteneciente a Hattusilis III, el rey de los hititas, escrita a un monarca desconocido que demuestra la importancia y el valor que tenía el hierro en este periodo, siendo utilizado incluso para regalos diplomáticos. Esta carta queda recogida en el libro *La Prehistoria I*, escrito por Eiroa (1996):

*“En cuanto a lo que refiere al buen hierro que tú me solicitas en tu carta, debo decirte que no disponemos de él en mis almacenes de Kizzawatna. He escrito que ahora es mala época para producir hierro. Ellos producirán el buen hierro, pero aún no lo han terminado. Cuando lo terminen te lo enviare. Por ahora te envío una hoja de puñal de hierro”.*

Los productos metalúrgicos realizados en hierro resultaban de mayor calidad que las que se habían realizado del bronce, proporcionando un herreramental (como cinceles y limas) muy deseado, lo

cual repercutió de forma extraordinaria para el arte en general. De esta manera, se piensa que estas herramientas de gran dureza, en las manos de los metalúrgicos y bronceístas, influyeron de forma importantísima provocando un rápido desarrollo de la fundición.

Siglos después de los hititas la metalurgia del hierro se extendió a todo el mundo. Este retardo en su utilización por el resto de sociedades y pueblos puede explicarse por las dificultades técnicas de la transformación de los minerales del hierro y por la elevada temperatura que se necesita para su procesamiento, en comparación con el cobre y el bronce, necesitando para ello el uso de hornos mucho más complejo. Además, mientras los otros metales se podían trabajar en frío a temperatura ambiente, el hierro para ser maleable debe calentarse, teniendo por tanto los metalistas de la época, según Ares (2004), que inventar pinzas o tenazas que les permitieran manipular el metal incandescente, así como yunques más resistentes para trabajarlo, lo cual representó una auténtica innovación tecnológica.

Por otro lado, la abundancia de mineral de hierro en la superficie de la corteza terrestre y la gran cantidad de carbón vegetal que era necesario para el tratamiento del mineral del hierro supuso un activo muy importante en la expansión de la metalurgia y la fundición del hierro en la zona del Próximo Oriente y el Mediterráneo (Ares, 2004). Más tarde, a través de las rutas comerciales la metalurgia del hierro empezó a extenderse por toda la zona del mediterráneo desde las regiones que iniciaron la exploración del hierro en el Próximo Oriente pasando por Chipre, el Egeo, Grecia, Sicilia e Italia.

La innovación de la siderurgia tuvo muchas ventajas; por un lado la facilidad de encontrar y extraer el hierro en comparación con los otros metales (bronce y cobre) y, por otro lado, como ya se ha comentado, la mejora técnica de las herramientas realizadas en hierro, más resistentes y duras que las de bronce y cobre (fáciles de romperse por sus fragilidad). Con el hierro pudieron hacer un número infinito de materiales y objetos que facilitaron las actividades de la agricultura como por ejemplo hoces y arneses de carro, etc. Además hicieron espadas, bridas para caballos, escudos, etc. A todo ello hay que sumar que los bronceístas utilizaron las herramientas de hierro para trabajar el bronce, lo que tuvo importante repercusión en el campo del arte.

## 2.2. PRÓXIMO ORIENTE

Los antecedentes de la metalurgia se fundamentan en los primeros trabajos de los metales nativos hace unos 10.000 años, en la etapa dominada premetalúrgica. En el Próximo Oriente se trabajó con estos metales nativos mediante golpeo de martillo en frío o caliente. 3.000 años más tarde empezaron los procesos de reducción y transformación del mineral en metal. Y con el tiempo la experimentación fue mejorando el conocimiento de las propiedades y procesos de trabajo del metal, fortaleciendo paulatinamente los procesos metalúrgicos.

Los primeros objetos que se hicieron con metal fueron adornos u objetos personales que otorgaban prestigio o identificaban la clase social de su portador. A finales del 5000 a.C., según Eiroa (1996), se descubrió el proceso de calentamiento del cobre nativo a una temperatura alta, transformándose éste de estado sólido a líquido (y volviendo a sólido tras enfriarse), produciéndose las primeras prácticas de fundición y el trabajo en los hornos.

La fundición del metal, como dice Montero (2014), abría nuevas posibilidades: por un lado, permitía juntar en una pieza pequeñas partes de metal que podían recuperarse con cierta frecuencia, y aumentar el tamaño de los objetos fabricados. Por otro lado, al calentar el metal a temperatura alta y transformarse en estado líquido, se le podía dar la forma necesaria según el molde que se utilizara (en esa época los moldes eran de piedra, arena o cerámica), manteniéndola de forma definitiva al enfriarse. Posteriormente estas piezas podían ser decoradas utilizando herramientas que estaban hechas con el mismo cobre o de piedra.



### **2.2.1. Mesopotamia**

El nombre de Mesopotamia significa “entre dos ríos”; éstos son el Tigris y el Éufrates. Así denominaron los antiguos griegos a ese territorio que se corresponde con el actual Irak. Sin embargo, el significado contemporáneo de Mesopotamia, según Leick (2001), es más amplio, y no se refiere solo al territorio situado entre los dos ríos principales, sino también a sus afluentes y valles, incluso Irak, Siria oriental, y el sudeste de Turquía.

Los inicios de asentamientos humanos, con el desarrollo consiguiente de la agricultura y la ganadería, empezaron en los territorios mesopotámicos hacia el 10.000 a.C., lo que supuso el inicio de la evolución social. Las civilizaciones mesopotámicas fueron las más importantes: por un lado, por su influencia a todas las zonas del Próximo Oriente y el mundo griego; por otro lado, por su efecto de contribuir a la evolución y el desarrollo material, económico y social de la humanidad de aquella época.

Con respecto al metal, hay que señalar que llegó a todo el Próximo Oriente a través del centro de la distribución del metal que era Anatolia. Los primeros objetos de cobre hechos mediante procesos metalúrgicos están fechados en el V milenio a.C. y proceden de los yacimientos en Anatolia e Irán; sin embargo, ya en el 7000 a. C, en pleno Neolítico, ya se encontraron en estos yacimientos pequeños objetos hechos de cobre, anteriores al desarrollo de la metalurgia propiamente dicha.

A partir de 4000 a.C. (época del Calcolítico), el nivel artístico y artesano en la Mesopotamia en esa fecha alcanzó un nivel bastante alto,

y el desarrollo de la metalurgia fue rápido, descubriéndose con rapidez las primeras aleaciones, fundiendo el cobre y mezclándolo con pequeñas cantidades de estaño para producir el bronce. A pesar de esto, los mesopotámicos siguieron utilizando la piedra para fabricar herramientas durante mucho tiempo.

Los primeros cobres fundidos en Mesopotamia demuestran unos conocimientos importantes de la tecnología del fuego, donde ya las cerámicas se cocían a temperaturas de entre 800° y 1050°C. Esta tecnología del fuego fue utilizada para extraer los minerales mediante calentamiento de las rocas con fuego y posterior enfriamiento brusco con agua buscando su estallido.

Anteriormente al desarrollo de los primeros hornos, el fuego al aire libre con la leña no alcanzaba temperaturas más altas que 600° o 700°C, aunque las maderas duras del arce o el roble tienen poderes calóricos más altos (y el carbón más todavía) que la madera tierna. Sin embargo, para alcanzar la temperatura necesaria para la fusión del cobre, fue necesario el desarrollo de los hornos, resultando fundamental la evolución de sus diferentes componentes. Según Corredor (1999), sin el fuelle era imposible la reducción del mineral en un crisol a través de la oxidación de las impurezas liberadas mediante la fusión. Para ello se dirigía el aire del soplete por la tobera del horno directamente al crisol, hasta llegar al punto de fusión, quedando las impurezas en la parte superior del metal fundido, las cuales se eliminaban de la superficie de manera manual con la ayuda de una madera, hueso, etc. Para obtener un ambiente reductor se ponía en el metal fundido carbón vegetal, siendo ese preciso momento cuando

el metalúrgico añadía estaño o plomo, o los dos minerales, para la aleación.

Estos procesos metalúrgicos se situaron fundamentalmente en el norte de Mesopotamia, donde había gran cantidad de la materia prima. Las civilizaciones de esa zona, en Tell-Halaf, a finales del Neolítico (a lo largo del IV milenio), tuvieron un gran conocimiento de las cerámicas y los procesos de cocción en los hornos. La zona de El Obed es un testigo arqueológico de estos conocimientos importantes de la metalurgia del cobre, y de cómo desde allí se fue extendiendo a todas las zonas de alrededor.

A nivel artístico, los sumerios pusieron la primera piedra importante en la construcción cultural en la civilización mesopotámica. Allí se encuentran los restos del templo de Enki, el dios de las aguas subterráneas, situado en Eridu la ciudad muy antigua cerca de la entrada al Golfo Pérsico del Tigris y el Éufrates. En la primera etapa de las Dinastías entre los siglos VIII y VII a.C., la producción artística en cobre de la cultura mesopotámica fue limitada, aunque mostraron un nivel técnico muy alto.

Como ejemplo importante de ello, destaca el altorelieve que mide 259 cm de anchura y representa al águila leontocéfala de Imdugud, que apoya sus garras sobre dos ciervos (figura 2.2).



*Fig. 2.2. Altorrelieve de águila leontocéfala y ciervos. Cobre. (VI milenio - IV milenio adC). 259 cm de anchura. Tell El Obeid De la ciudad de Ur. Museo Británico de Londres. Tomada de figura 249 Ramírez. J.A., 1996. Historia del arte. P. 187.*

Las esculturas que están hechas de cobre les permitían dar formas más realistas que las realizadas con piedra, que obligaba a los escultores hacer obras a partir de formas cuadradas (Bendala Galán, 2005). En esa misma época de las primeras dinastías se realizaron vasos con relieves planos llenos de símbolos, que hacían referencia a la vida religiosa que habían tenido. Incluso hay en la colección artística del arte sumerio unas placas cuadrangulares perforadas, según Ramírez, para ser fijadas a las paredes de los templos; estas paredes están llenas de escenas que representan símbolos de ofrendas o reuniones que celebran la construcción o dedicación del templo o de fiestas.



*Fig. 2.3. Dos luchadores escultura sumeria. Cobre, III milenio a.C. aproximadamente. 10.2 cm de altura aproximadamente. Museo Irak, Bagdad. Adaptada de: <https://www.pinterest.es/pin/232216924519472473/>*

Otro ejemplo de las obras mesopotámicas de cobre de la cultura sumeria es “Dos luchadores” (figura 2.3). Hay que señalar al riquísimo conjunto de útiles que siempre acompañaba las fiestas de la población sumeria: joyas u objetos preciosos como el casco de oro de la ceremonia de Meskalamdug (un rey sumerio, héroe de la tierra de la ciudad Ur,

capital de sumeria). En la (figura 2.4) puede observarse la minuciosidad del trabajo de los detalles.



*Fig. 2.4. Casco del rey Meskalamdug. Oro. Dinástica arcaica, 2900-2330 a.C. 22.7 x 27 x 21 cm Museo de Bagdad. Tomada de: [http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/las-tumbas-reales-de-ur\\_7917/1/](http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/las-tumbas-reales-de-ur_7917/1/)*

La utilización del bronce en las culturas sumerias de Mesopotamia fue en un primer momento algo escasa; comenzó la utilización del bronce en la ciudad de Uruk a finales del IV milenio a.C. según Fernández y Hernández (2015). Por otra parte, según Eiroa (2010), el objeto más antiguo de bronce que se conoce en Mesopotamia procede del nivel VIII

del asentamiento de Tepe Guara, hacia el 3000 a.C., pero su uso se generalizó en la época de la III Dinastía, encontrándose objetos de bronce en varias ciudades mesopotámicas como Ur, Asmar, Sabra y Kish, durante el Imperio de Sargón hacia 2370 a.C. La utilización del bronce fue muy importante ya que mejoró mucho la producción de las herramientas, armas, etc., por ser un metal más resistente, y fácil de fundirse.

Uno de los procesos más importantes de fundición de bronce en hueco, utilizado en Mesopotamia es la técnica de la cera perdida. Según Sánchez Beltrán (2000), se denomina así por una operación en el curso de la cual el modelo de cera, rodeado de un molde de material refractario, se elimina por calentamiento dentro de un horno para permitir al metal líquido en fusión penetrar y ocupar su lugar. Para conseguir una pieza de bronce en hueco en esa época se utilizaba un modelo de cera, con alma de arcilla llamada "macho". A continuación ese modelo de cera se cubría con sucesivas capas de arcilla las cuales se sujetaban al macho interior con clavos. Una vez estaba seco, se sometía al fuego; entonces el macho se endurecía y la cera derretida se quemaba dejando un vano intermedio entre el alma interior de arcilla y el molde exterior, por donde seguidamente se colaba el metal fundido. Tras el enfriamiento, el revestimiento se rompía para poder extraer el ejemplar de metal fundido. Esto demuestra el nivel avanzado y el desarrollo del conocimiento de la técnica. Antiguamente, para obtener este modelo en cera, podía realizarse previamente un primer modelo, que podía ser en barro, aunque, dada su poca consistencia, era necesario copiarlo en otra materia más resistente como la escayola; esta se aplica alrededor de molde de barro, que se pica y destruye (molde perdido). Como ejemplo de ello podemos

destacar la obra “Cabeza de Nínive” (figura 2.5), que representa a Sargón de Akkad (rey de los acadios); esa obra ha sido pulimentada y terminada en frío por unas partes, y labrada por varias partes, siendo el cabello de la frente cincelado.



*Fig. 2.5. Cabeza del rey Sargón. Bronce, 2250 a.C. aproximadamente, 30,7 cm de altura. Museo de Bagdad. Adaptada de: <https://www.pinterest.com/pin/293508100694352104/>.*

Por otra parte, el hierro llegó a Mesopotamia desde Asia Menor, Armenia, del Cáucaso y Persia, hacía el 1200 a.C. Su utilización principal fue igual que en todas las primeras fases de los usos de los metales anteriores como adornos y objetos personales; sin embargo, el hierro era escaso y muy caro por un lado y, por otro, los hornos eran pequeños y



alcanzaban temperaturas bajas haciendo muy difícil obtener hierro colado. Por ello, según Trevor I William (1995), el uso del hierro comenzó como ornamento; más tarde se empleó en la fabricación de espadas y puñales, pero el fabricar con hierro las puntas de lanza era una tarea bastante difícil porque se necesitaba un hueco para el mango, lo cual no era fácil excepto por colada.

La realización de las espadas de hierro fue la ocupación más destacada entre las producciones de hierro porque las espadas de bronce eran muy fáciles de quebra. Los asirios fueron la civilización mesopotámica que mejor dominó el metal según Klima (2007).

### **2.2.2. Siria**

En el segundo milenio a.C. la importancia de la fundición de bronce se trasladó a Siria, con las influencias de las vecinas la Mesopotamia y Egipto. Se han encontrado, en la zona de la costa de Siria, Ugarit, la zona de Beirut y el este del mediterráneo una buena colección de esculturas de tamaños pequeños que representan exvotos y dioses de bronce. Según Corredor (1999), desde Siria y toda la zona de este del mediterráneo se inició la costumbre de depositar exvotos junto a la divinidad.

Sin embargo, el uso del bronce en Siria, además de realizar figurillas y estatuas pequeñas de carácter religioso, abarcó el campo de la decoración, como por ejemplo complementos de los muebles que se utilizaban en las reuniones rituales. Los ejemplos de este estilo, pertenecientes al II milenio a.C., se encontraron en la ciudad de Larsa de Mesopotamia, actualmente expuestos en el Museo del Louvre. Entre ellos destaca la pieza que representa a tres carneros con cabezas doradas

sobre una base de dos demonios. (figura 2.6), hecha en bronce, y las cabezas de las cabras aparecen recubiertas de oro.



*Fig. 2.6. Tres carneros con cabezas doradas sobre una base de dos demonios. Bronce, oro y plata. Inicios del periodo Isin (2017-1794 a.C.) y Larsa (2025-1763 a.C.). Museo Nacional del Louvre. Adaptada de: <https://historiae2014.wordpress.com/2015/07/21/larsa-y-el-ascenso-de-babilonia/>.*

### **2.2.3. Egipto**

La civilización del Antiguo Egipto fue la vanguardia de las civilizaciones de la antigüedad en lo referido al trabajo de las fundiciones y los hornos. En torno al año 3000 a.C., la metalurgia llegó al Antiguo

Egipto a través de Mesopotamia y los territorios mesopotámicos, sirios y anatólicos.

Según Mohen (1992) existieron varios centros de producción metalúrgica durante el tiempo de los faraones. Los artistas y artesanos eran anónimos y desconocidos, trabajaban y servían a los faraones, el gobierno y a los templos. Para ello trabajaban en talleres grandes muy bien preparados y organizados. A través de los hallazgos en el Antiguo Egipto, en especial los objetos de metal encontrados en los templos, se hace patente el avance en la utilización de la tecnología del metal, apareciendo incluso en los famosos relieves que explican las vidas de los egipcios cómo fue la técnica de fundición del metal y cómo fueron los hornos. De esta manera, según Corredor (1999), los hornos de fundición descubiertos cerca de las zonas de las minas de Bouhem en el Imperio Antiguo (entre 2700 a 2200 a.C.), tienen forma cilíndrica, descubiertos en su parte superior, y con aberturas en la parte baja lo que aseguraba un tiro natural, compartiendo lo afirmado por Mohen (1992) acerca de que este proceso de tiro es casi imposible sin ningún tipo de fuelle. En este sentido, este autor, en su libro de 1992 *Metalurgia Prehistórica* explica muy claramente tanto los tipos de hornos como el proceso y el desarrollo (figura 2.7) de los hornos a lo largo del tiempo en Egipto:

*“... los hornos de fundición de metal representados en las pinturas y en los bajorrelieves son de dos tipos, según la época:*

*- Durante el Imperio Antiguo son altos y estrechos en la parte alta, la mejor representación es la tumba de Mereuka (ministro durante el reinado del faraón Teti, que gobernó Egipto entre 2318 a 2300 antes de Cristo durante la sexta dinastía), dos crisoles en forma de cuerno unidos por los bordes, ocupan la*

mayor parte del horno, y este se ventila con la ayuda de sus sopladores dirigidos por seis personas.

– Durante el Imperio Nuevo los hornos son más anchos y de pitorro vertedor y fondo redondeado, los hornos se ventilan mediante fuelle de pie...” (Mohen, 1992).

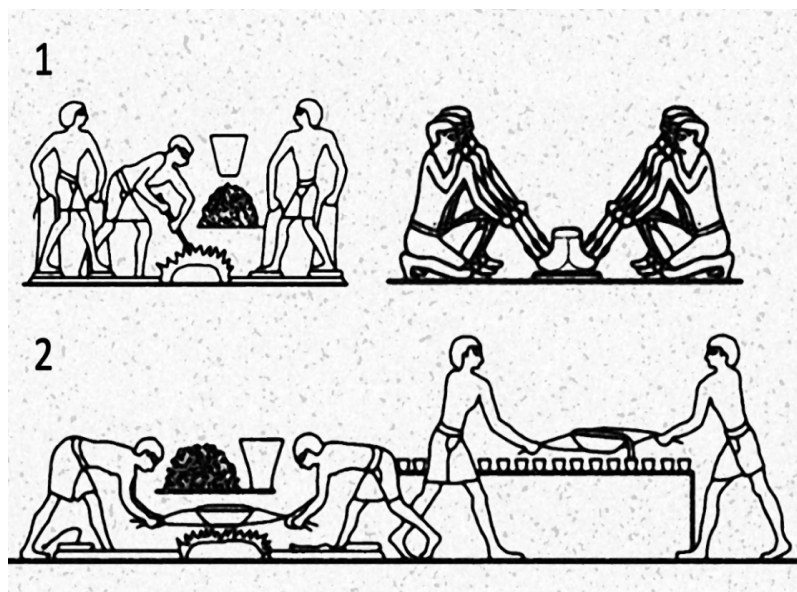


Fig. 2.7. Dibujo donde se observan dos tipos de horno y procesos de fundición de cobre en Egipto. La ilustración 1 corresponde a los hornos del Imperio Antiguo, con dos crisoles en forma de cuerno unidos por los bordes, ocupando gran parte del horno, ventilado con la ayuda de sus sopladores dirigidos por seis personas. La ilustración 2 corresponde a hornos y procesos del Imperio Nuevo, más anchos y de pitorro vertedor y fondo redondeado, ventilados mediante fuelle de pie. Ilustración adaptada de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Edad\\_de\\_los\\_Metales](https://es.wikipedia.org/wiki/Edad_de_los_Metales)

Por otro lado, la producción metalúrgica en Egipto en aquella época se encontraba en zonas como Tebas, el territorio del templo de Amón y en Menfis en el templo de los dioses de Ptah, “señor de la magia”

según la mitología egipcia y Sokar, “*dios de la oscuridad*”, protector de la muerte y patrón de los herreros. Sin embargo se utilizó mucho el bronce para realizar miles de estatuillas de dioses y animales sagrados de tamaños diferentes pero pequeñas en general, realizadas con gran meticulosidad; no se han encontrado obras de metal de tamaños grandes, posiblemente por la dificultad del proceso y porque la técnica utilizada sólo permitía alcanzar unas temperaturas bastante altas para fundir el metal a través de un soplador de forma de una caña con un embudo de arcilla refractaria que va al fuego, lo que permitía fundir el metal de tamaño pequeño, no estando los hornos tampoco preparados para obras de grandes tamaños.

A su vez, es muy importante destacar la orfebrería del antiguo Egipto, en especial en el Imperio Nuevo durante la Dinastía XVIII, donde se encontraron importantes hallazgos en las tumbas de Ramsés, Tutankhamón, y otros reyes del Imperio Egipto. A lo largo del II milenio a.C., los talleres de orfebrería estuvieron llenos de oro a través la Baja Nubia y el Alto Egipto, metal que fue trabajado con maestría, al igual que la plata y sus aleaciones. A modo de ejemplo destaca el trono de Tutankhamón (figura 2.8): se trata de un sillón de madera cubierta de hojas de plata y oro, con incrustaciones de color marfil tintado (Zaki, 2008), ese objeto especialmente simbólico porque es el sitio donde se sentaba el rey mientras sus siervos se quedaban rodeados a sus pies, haciendo gala de la creencia egipcia de que el faraón era la encarnación de dios en la tierra.



*Fig. 2.8. Trono del faraón Tutankhamón. Oro. Imperio Nuevo, Dinastía XVIII. 104 x 63.5 cm. Museo Egipcio, El Cairo. Tomada de: <http://www.arteconografia.com/2010/10/el-trono-de-tutankhamon.html>.*

Los egipcios manejaron otras técnicas como el repujado, el estampillado y la impresión, alcanzando altos niveles de desarrollo. De esta forma las chapas metálicas eran trabajadas a martillo, de modo que en una de sus caras resulten figuras en relieve; las hojas de metal se montaban sobre una base de cera o resina y se trabajaban con la ayuda de instrumentos de metal. El repujado hecho en negativo sobre una piedra o madera permitía un trabajo de repetición

Por otro lado, según Corredor (1999):

*“la soldadura aparece desde la IV dinastía, hacia el 2600 a.C. La dificultad residía en no deteriorar las partes ya moldeadas. La aparición de las aleaciones debió familiarizar al orfebre con las temperaturas de fusión, facilitando con ello el control de las soldaduras”.*

Otra obra maestra de joyas de la colección de Tutankhamón es un broche (figura 2.9) decorado de manera compleja: la parte central del broche, que representa el nombre del rey, con un gran escarabajo lapislázuli en el medio. Debajo está el signo jeroglífico "neb", que se asemeja a una cesta con incrustaciones de cristal azul. Por encima de esto están los discos solares y lunares hechos de electro. Los bordes exteriores del pectoral están decorados con dos cobras que parecen ser demasiado grandes en comparación con los signos de Anj, y los ojos de Horus, que se representan muy estrechamente bajo el nombre del rey. El escarabajo central está provisto de las alas de un halcón. En la parte inferior del pectoral hay un friso de flores de loto intercaladas, todas con incrustaciones de lapislázuli, cornalina y vidrio coloreado.



Fig. 2.9. Broche en el Trono Nombre de Tutankhamón. Oro. 6,8 altura aproximadamente cm. Museo Egipcio. Adaptada de:  
[http://www.eternalegypt.org/EternalEgyptWebsiteWeb/HomeServlet?ee\\_website\\_action\\_key=action.display.element&story\\_id=&module\\_id=&language\\_id=1&element\\_id=1426&text=text](http://www.eternalegypt.org/EternalEgyptWebsiteWeb/HomeServlet?ee_website_action_key=action.display.element&story_id=&module_id=&language_id=1&element_id=1426&text=text).



## 2.3. LA GRECIA ANTIGUA

### 2.3.1. Civilizaciones Minoica y Micénica

La formación de la civilización griega fue una etapa larga que duró casi dos mil años, entre el 3000 y el 1200 a.C. Participaron en su formación varias poblaciones y culturas diferentes, según Vázquez et al. (2002), pudiendo considerarse como antecedentes de la civilización griega las culturas que se instalaron en el sur de Grecia o en las islas del mar Egeo (las Cícladas) siendo las más importantes la Cretense (Minoica) y la Micénica. Las poblaciones de esas pequeñas ciudades que poblaron las islas, trasladadas en sus barcas desde Anatolia, trajeron todas las influencias culturales de las otras civilizaciones extranjeras. Grecia fue más pobre en recursos naturales en comparación con el Próximo Oriente, aunque tenía varias minas ricas en metal: Eubea fue la mina del cobre; Laconia, Beocia, Eubea y algunas minas repartidas por las Cícladas las del hierro, y Thasos y Sipnos fueron las minas de metales preciosos (fundamentalmente plata) sobre todo en la época arcaica (en la época clásica destacó la mina de Laurón, en el Ática); el oro provenía de Macedonia, Thasos y Tracia (Uriel, 2014). Las aleaciones de estaño para fundir y obtener el bronce las trajeron desde el Mar Negro y Anatolia, con el objetivo de realizar armas y objetos de prestigio, contribuyendo a la prosperidad de estas sociedades, como afirma Martínez García (2015):

*“El descubrimiento de esta aleación puso en funcionamiento una red de contactos en la que estas islas aprovecharon su posición como corona de Egeo para desarrollar –entre el 2800 y el 2300 a.C. – la primera cultura que convirtió el Mediterráneo en una forma de vida: la cultura ciclada.”*

A este nivel de desarrollo contribuyeron de forma capital las actividades y los avances técnicos en navegación que le permitieron lograr un floreciente comercio entre el mediterráneo. Las Cícladas pertenecían originalmente a las costas anatólicas, hablaban lengua protoindoeuropea, y a lo largo del III milenio a.C. practicaron intercambio comercial entre las diferentes islas (Olmos, 2005).

En las civilizaciones de la Creta minoica antigua (3000- 1900 a.C.), estaba dividida en territorios con varios centros palaciales: Festo, Cnoso, Malia y Zacro (Olmos, 2005). La producción de metales estuvo influido por la alfarería previa: copas con pie, jarras, cántaros con un pico largo, etc. También se han encontrado armas de bronce decoradas con oro y marfil, pero sobre todo objetos de terracota que cuentan la vida religiosa y ritual propia de este periodo. En el segundo milenio a.C. se fomentó en torno de los palacios el desarrollo de la artesanía: orfebres, bronceístas y artesanos de marfil, etc.

Más tarde, entre el 1600 - 1150 a.C. aprox., se desarrolló la cultura micénica, constituyéndose como otro centro de intercambio comercial de productos pero no solo en el Mediterráneo oriental y occidental (en especial con Sicilia), sino incluso con el Mar Negro.

La producción artesana y artística en la primera época micénica todavía estaba relacionada con la minoica y resulta difícil diferenciar entre las dos, pero a lo largo del tiempo se va produciendo un fenómeno de asimilación y fusión que acabará configurando un arte micénico propiamente dicho. Como bien afirma Olmos (2005):

“el mundo micénico hace propias formas y técnicas artesanales cretenses y, posiblemente, incorpora a artesanos minoicos. El palacio micénico o las grandes tumbas manifiestan su riqueza con la moda y el lenguaje de prestigio del arte minoico. Pero no es simple adopción o copia: en el nuevo contexto histórico fermenta un original arte micénico”.

En los hallazgos de Laconia, al sur de Esparta, en la tumba de cámara o tholos, se han encontrado unos objetos de bronce pertenecientes a 1500 a.C., fundamentalmente armas, armaduras y ajuares. Destaca su vez la armadura micénica hallada en Dendra, perteneciente al siglo XV a.C. Esta armadura está hecha de varias láminas de bronce probablemente realizadas mediante técnica de amartillado. Según Martínez García (2015), son quince las láminas de bronce que la conforman, cosidas a una pieza de cuero; el casco está hecho de colmillos de jabalí (figura 2.10). Esta armadura es única en su estilo, no habiéndose encontrado otra armadura parecida. Sin embargo, el bronce era el metal más utilizado y preferido en la época de Homero, pero con la caída de la civilización micénica y el final de la Edad del Bronce su utilización para realizar armas y armaduras fue paulatinamente sustituida por la tecnología del hierro (García Iglesias, 1997). Esta transición del hierro al bronce queda poéticamente referida por Homero cuando dice, refiriéndose al bronce: “...*ahí están ahora, por el hierro heridos; y heridos por el hierro, están esperándolos...*” (Bernardo, 1986).

La producción de metal, marfil o cerámica, se realizaba en talleres de los palacios micénicos. Según Olmos (2005), los bronceístas micénicos desarrollaron en Grecia técnicas nuevas como el nielado y las incrustaciones con metales preciosos como el oro y la plata. El nielado es

una técnica ornamental consistente en la incrustación en plata, oro y otros metales, de un esmalte, generalmente de color negro realizado con plata o plomo fundido con azufre, en incisiones o ranuras efectuadas en el material. Esta técnica la usaron para decorar las espadas y puñales.



*Fig. 2.10. Armadura o panoplia micénica. Bronce. Siglo XV a.C. Hallada en Dendra, en la Argólida. 110 cm de altura aproximadamente Museo Arqueológico Nacional, Atenas. Adaptada de: <http://photos1.blogger.com/blogger/6842/1699/1600/lk04m042.0.jpg>.*

Además había tazas y vasos de oro, llenos de escenas en relieve que representan escenas de luchas entre varios animales y entre humanos y animales. Estas figuras muestran claramente los rasgos fundamentales del arte cretense: el movimiento de humanos y animales y

la flexibilidad del cuerpo, sentando las bases del arte griego posterior. En la figura (2.11) podemos observar las célebres copas de oro del Tholos de Vafio, yacimiento arqueológico próximo a Esparta, del s. XV a.C.



*Fig. 2.11 Tholos de Vafio, Esparta. Oro. 1500 a.C. 7.9 cm de altura cada uno. Museo Nacional de Atenas. Tomada de: <http://www.namuseum.gr/collections/prehistorical/mycenaian/mycenaian12-en.html>.*

En la cultura micénica tenía un papel importante la orfebrería de máscaras funerarias de oro, que cubrían la cara de los muertos. Una de las máscaras más importantes y que constituye un icono de esta cultura es la máscara de Agamenón, hecha de una hoja de oro mediante la

técnica de repujado. Los dos agujeros o huecos cerca de las orejas indican que la máscara fue sostenida en lugar sobre la cara del difunto con algún tipo de hilo o cordaje (figura 2.12).



*Fig. 2.12. Mascara de Agamenón. Oro. 1550- 1500 a.C. Tamaño aproximadamente del natural. Museo Nacional de Atenas. Tomada de: <http://www.namuseum.gr/collections/prehistorical/mycenian/mycenian02-en.html>.*

### **2.3.2. Época Oscura**

Comenzó este periodo con la caída de la civilización micénica, que acarreó el fin de la utilización del bronce como metal principal. Sobre el

año 950 a.C. se puede decir que Grecia entró en la Edad del Hierro, asimilando, desarrollando y extendiendo una nueva tecnología. Con respecto a la evidencia del desarrollo del trabajo del hierro, dice Mohen (1992):

*“Homero lo describe hacia el siglo VIII a VII a.C... Algunos objetos de Nimrud, que contienen martesita, fueron sin duda sometidos a la técnica del temple (...). El recocido es igualmente difícil de descubrir; un cincel de picapedrero encontrado en Al Mima, factoría griega de la costa turca cerca de la frontera siria, aporta la prueba del conocimiento de esta técnica en el siglo IV a.C. El cuerpo del útil está formado por martesita, que lo endurece, y por perlita, que aumenta la densidad en el filo, haciéndolo más homogéneo y más duradero. Esta distribución se habría obtenido, por ejemplo, protegiendo el filo con una capa de arcilla”.*

De esta forma el hierro fue sustituyendo poco a poco al bronce en la elaboración de armas, armaduras y herramientas de trabajo de diferentes tipos. No obstante, en los trabajos de orfebrería y otros objetos (como copas, bandejas, etc.) siguió prefiriéndose el bronce por estar considerado un material de mayor prestigio y valor económico (Solari Truffy, 2012).

Entre los años 900 y 800 a.C., se desarrolló en Grecia una época geométrica, que en su inicio fue solo de producción cerámica, fundamentalmente en las zonas de Atenas, Tebas y Argo. En el año 800 a.C. los objetos empezaron a perder carácter práctico por un sentido votivo, ganando en decoración y ornamentaciones artísticas (Corredor, 1999).

Dos ejemplos destacados de esta época geométrica lo constituye “*la Yegua y potrillo*”, en el Museo Nacional de Atenas, perteneciente a los mediados del siglo VIII a.C. La obra es una yegua lactando a un potro. El caballo era un símbolo de las clases privilegiadas de la sociedad griega antigua y el animal favorito de los dioses y de los héroes; esta obra también es un canto a la idea de la maternidad.

Y el otro ejemplo de bronce, es una escultura de pequeños diminutivos de guerrero del santuario de Zeus en Olympia, pertenece a los inicios del siglo VII a.C. Lleva un casco y cinturón. En su mano derecha debía estar sosteniendo una lanza.

A partir de los años 800 a.C., los comerciantes fenicios llevaron los influjos más desarrollados a nivel técnico y decorativo a los territorios griegos desde Egipto o la Mesopotamia.

Según Olmos (2005) algunos santuarios viejos como la gruta del monte Ida en Creta acogieron productos del mundo oriental; probablemente algunos de los escudos y panderos de esta zona (como el caso del tímpano o escudo-gong de la figura (2.13), hallado dentro de la misma cueva) pueden ser obras de bronceístas de origen sirio, y por tanto la temática muestra motivos cercanos a la tradición oriental: ciervos, grifos, o cacerías de leones típicos en la tradición asiria.





*Fig. 2.13. Escudo-gong. Bronce. 3500-2000 a.C. 70 cm de diámetro aproximadamente. Museo Nacional de Heraklion, Isla de Creta. Tomada de: <https://www.gonglove.org/gong-history-and-its-use-in-ancient-greece/?lang=en>*

Esta etapa sirve de antecedente al arte griego posterior, comenzando a centrarse en motivos más naturalistas y figurativos, sobre todo en las obras escultóricas, y a partir del 700 a.C. (hasta el 500 a.C., época arcaica), comenzaron a especializarse en el cuerpo humano, llegando a alcanzar sus cotas más elevadas en cuanto a calidad técnica con sus obras monumentales en la época clásica en los años 500 y 400 a.C. y en la época helenística (300 y 200 a.C.).

### 2.3.3. Época Arcaica

En la época arcaica, que comprende aproximadamente el periodo entre el 700 y el 500 a. C., se produjeron una gran cantidad de objetos metálicos, pero muy parecidos a los egipcios, probablemente por las condiciones técnicas y la influencia de la estatuaria egipcia sobre la escultura y otras artes de la época. Entre los ejemplos de trabajo en metal de esta época destaca la Gran fíbula de bronce del tipo Ático-Beocio, datada en los años 700-675 a.C., con la decoración incisa que representa escenas de combate de la cueva de Idaean (Creta). Por un lado, el héroe mítico Heracles, de mayor tamaño, supera a su oponente, el maligno siamés Aktoriónides. El valor añadido de esta pieza reside en que representa una de las escenas más antiguas de la mitología. En el otro lado, dos arqueros luchan en una línea costera, indicada por la presencia de un buque de guerra en un mar con tres peces. Los pernos de este tipo se fabricaron principalmente en Beocia durante el siglo VIII y principios del siglo VII a.C. Temas mitológicos o escenas del mundo de la actividad masculina usualmente decoran las placas (Corredor, 1999).

Otro ejemplo de trabajo en metal a tener en cuenta, un cuenco fenicio de bronce inscrito, del templo de Zeus en Olimpia, del 700 a.C. (figura 2.14). El friso repujado alrededor del jarrón representa cuatro pequeños templos con una deidad, flanqueados por escenas de deidades, músicos y un grifo. El nombre del propietario en arameo está inscrito en el exterior de la olla. Estos objetos importados, más allá de la influencia artística que ejercieron, contribuyeron a la creación del alfabeto griego.



*Fig. 2.14. Cuenco fenicio de bronce inscrito, del santuario de Zeus en Olimpia. Bronce. 700 a.C. 65 cm de diámetro aproximadamente Museo Nacional Atenas. Adaptada de: <http://www.namuseum.gr/collections/bronze/archaik/arch03-en.html>*

La técnica a la cera perdida la conocieron los griegos a través del Próximo Oriente, del Egipto saíta, pero algunas investigaciones la atribuyen a dos escultores de Samos: Rhoikos Y Theodoros. Este proceso se desarrolló a partir de finales del año 700 a.C. y los inicios del año 600 a.C., según Blanco (1971).

### 2.3.4. Periodo Clásico y Helenístico

La época clásica, que arranca en torno al año 500 a.C. fue muy floreciente en lo que respecta al mundo del arte y, específicamente, en la disciplina de la escultura. De esta manera se produjo un gran avance tanto a nivel técnico como a nivel de calidad artística en los trabajos metalúrgicos en bronce, destacando sobremanera el desarrollo de obras monumentales. Los artistas que se especializaron en el trabajo del bronce tuvieron y tienen hoy día gran reconocimiento, como Mirón y Policleto. Sin embargo, no se conocen las obras originales en bronce, sino que sólo han perdurado copias antiguas de mármol (realizadas en su mayoría en época romana). Sin embargo, a partir de estas copias se pueden estudiar las preocupaciones estéticas de la época basadas en el estudio del ser humano, del cuerpo, del ritmo y del movimiento. Ejemplo cumbre de esto lo constituye el celebrado “Discóbolo” de Mirón (figura 2.15), como bien se deduce de las palabras de Olmos (2005):

*“La comprensión de esta figura en acción exige una visión delantera, frontal, y otra posterior. Circunscrito en un arco ideal, el cuerpo se concentra, tras coger impulso, en el instante anterior al lanzamiento del disco. La escultura fija un tiempo sintético. Pasado y devenir inminente confluyen en un punto simétrico, creado una secuencia temporal o “ritmo” del que fue maestro Mirón. Recoge el Discóbolo toda una tradición del estilo bello del atleta y a su delineada musculatura. Se apunta aquí ya el clasicismo y la plenitud de los atletas de Policleto”.*

En cualquier caso, en torno al 600 a.C. las obras de bronce eran abundantes en tamaños pequeños, representando a humanos o animales,

plenamente influidas por la estatuaria arcaica en piedra propia de la época.



*Fig. 2.15. El Discóbolo. Mirón, copia de mármol de original en bronce. 450 a.C. 1,60m. Museo Nacional, Roma. Tomada de: <https://www.pinterest.es/pin/73746512622880311/>*

La gran estatuaria griega en bronce está fundamentada en el trabajo anterior de los modeladores. Butades de Sición inventó la escultura en terracota. Como comenta Plinio (edición de Torregó1987):

*“Lisitrato de Sición, hermano de Lisipo, del que ya hemos hablado, fue el primero que hizo retratos de yeso tomando como modelo la propia cara, y después rellanaba aquel molde de yeso con cera. Fue quien instauró la costumbre de representar el parecido —antes de él se procuraba representar los rostros lo más bellos posible—. También fue él el que encontró la manera de hacer modelados a partir de estatuas y la costumbre se extendió tanto que ya no se hacía busto o estatua que no tuviera también su modelo en arcilla. De aquí se deduce que este arte fue más antiguo que el de fundir en bronce”.*

De todo ello puede deducirse la gran importancia del modelado en arcilla o en cera en la época clásica griega, procesos fundamentales para el posterior proceso de fundición. Podemos destacar una especial influencia del modelado en la preparación de los modelos en el proceso de “la cera perdida”. El modelado en cera para las fundiciones de bronce fue muy beneficioso dadas las facilidades de este material para el trabajo de adición y sustracción, alcanzándose niveles técnicos y estéticos muy elevados. Este hecho, sumado a la óptima resistencia del bronce como material para la escultura, permitió un amplio desarrollo del concepto del movimiento, permitiendo la separación de los miembros del cuerpo humano (hecho mucho más dificultoso en la escultura en piedra). Esto fue especialmente importante en las esculturas de gran tamaño, como puede observarse la estatua Zeus o Poseidón (hay cierta controversia en lo referente a la atribución del dios en cuestión, (figura 2.16). Esta escultura está en el Museo Nacional de Atenas, y se encontró en el mar frente al cabo Artemisión, en el norte de Eubea. El dios, se muestra dando un paso, extendiendo su brazo izquierdo hacia adelante, en actitud de lanzar el rayo o el tridente que sostenía en su mano derecha (no se ha



encontrado este elemento, de ahí la controversia acerca de qué dios se trata).



*Fig. 2.16. Estatua de Zeus o Poseidón, encontrada en el fondo del mar del cabo Artemision, en el norte de Eubea. 460 a.C. 210 cm aproximadamente. Museo Nacional de Atenas. Tomada de:*  
<http://www.namuseum.gr/collections/sculpture/classical/classic02-en.html>

De esta manera se observa la importancia que ha tenido el bronce para los escultores griegos por varias razones tales como su resistencia, la dureza, el color, y el brillo que tiene. Plinio (edición de Torrego 1987) ya nombra los bronceístas más famosos en esa época:

*“Existió otro Pitágoras de Samos, pintor en sus inicios. Lisipo, que indica que no fue discípulo de nadie; continuando esta lista con Plaxíteles, Alcamenes, discípulo de Fidias, Briaxis, Canaco, Licio, discípulo de Mirón...”*

Por otro lado, en la época helenística (300 y 200 a.C.), aumentó el pedido de las obras artísticas, y se profundizó aún más en el concepto del movimiento en las esculturas de bronce, mucho más difícil de realizar con la talla directa en un bloque de piedra. Así también, se fue abandonando paulatinamente la idealización por una mayor búsqueda de realismo. Esto puede observarse, a modo de ejemplo, en la obra “Caballo en salto y jinete infantil” (figura 2.17); esta obra, del siglo II a.C. se encuentra en el Museo Nacional de Atenas.





*Fig. 2.17. Caballo y jinete joven. Bronce. 140 a.C. 160 cm de altura aproximadamente. Museo Nacional de Atenas. Tomada de: <http://www.namuseum.gr/collections/sculpture/hellenistic/hellenistic13-gr.html>*

Además de la vertiente artística, también se utilizó el bronce para realizar herramientas mecánicas, alcanzando elevados niveles técnicos y tecnológicos para esa época, como en el caso del Mecanismo de Anticitera (figura 2.18), del que se conservan algunos fragmentos. Se trata de una compleja herramienta mecánica con engranajes de bronce alojados dentro de una caja de madera cubierta con inscripciones. Realizada por un genio en matemáticas, astronomía y mecánica, datada entre el 150 y el 100.a.C. permaneció inigualable por lo menos por un milenio después. Este dispositivo reproduce fielmente el movimiento de la Luna a través del cielo y sus fases durante un mes, pronostica eclipses,

cuenta el tiempo y funciona como un calendario multifacético basado en escalas circulares o espirales. Debería haber sido una herramienta útil para las observaciones astronómicas y la enseñanza. Además, debería haber facilitado el mapeo y la navegación, ya que cuenta la latitud (y posiblemente la longitud), estos fragmentos se encuentran en el Museo Nacional de Atenas. De acuerdo con las conclusiones del Proyecto de Investigación del Mecanismo Anticitera:

*“Estos fragmentos contienen al menos 30 ruedas dentadas entrelazadas, junto con abundantes inscripciones astronómicas. Antes de su estancia en el lecho marino, calculó y mostró el movimiento del Sol, la Luna y posiblemente los planetas alrededor de la Tierra, y predijo las fechas de futuros eclipses. Es uno de los artefactos más impresionantes que tenemos de la antigüedad clásica”* (Marchant, 2006).



Fig. 2.18. Fragmentos del mecanismo de Anticitera. Bronce. 150-100 a.C. 1.80x 1.50 cm. Museo Nacional Atenas. Adaptada de: [http://www.nationalgeographic.com/es/historia/actualidad/basilea-exhibe-los-tesoros-del-pecio-de-anticitera\\_9730/4](http://www.nationalgeographic.com/es/historia/actualidad/basilea-exhibe-los-tesoros-del-pecio-de-anticitera_9730/4).

El uso del metal en Grecia no se limitó solo a las esculturas de tamaños grandes y herramientas de compleja factura, sino también fueron profusas las figurillas y pequeños relieves que se utilizaron como decoración en los muebles (figura 2.19).



*Fig. 2.19. Tarro. Bronce. 300 a.C. Aproximadamente. 45 cm aproximadamente. Tsotyli, Grecia norteña, Museo Nacional Atenas. Adaptada de: <http://www.namuseum.gr/collections/bronze/ellinistiki/ellinistiki03-en.html>*

Con respecto al hierro, los griegos en la época clásica ya utilizaban herramientas que les permitían realizar las labores de corte y talla, primeramente en piedra y posteriormente para repaso de bronce. Sobre esto afirma Corredor (1999):

*“Cuando la coladura es de un tamaño importante, requiere de un herramental como el hierro acerado para el repaso. El corte de rebabas, la separación de tubos, e igualmente los defectos, poros o pequeños agujeros donde hace falta realizar incrustaciones, [...] sin el concurso del hierro estas labores no hubiesen sido posibles, así el destacado papel de los bronceístas griegos se debió en parte al conocimiento de la siderurgia. Tanto es así que nos atrevemos a pensar que el importante avance de la metalurgia fue debido al empleo del hierro acerado”*

A su vez, hay que hacer referencia al trabajo tan importante de la orfebrería en la época helenística, alcanzando los orfebres y artesanos un nivel realmente alto a lo que a decoración y diseño de objetos se refiere (figuras 2.20 y 2.21).



*Fig. 2.20. Sátiro y Dionisio con una pantera. Oro decorado con incrustaciones de piedras semipreciosas. Aproximadamente 30 cm de altura. Final del III a.C. Museo Nacional de Atenas. Tomada de: <http://www.namuseum.gr/collections/vases/hellenistic/hellenistic08-en.html>*





*Fig. 2.21. Tocado con torso de relieve de Artemis. Oro. Tesalia. III a.C. 10 cm de diámetro aproximadamente. Museo Nacional de Atenas. Tomada de: <http://www.namuseum.gr/collections/vases/hellenistic/hellenistic07-en.html>*

Por todo lo expuesto, podemos señalar que la civilización griega supuso la base fundamental del desarrollo y los avances técnicos de los siglos posteriores, construyendo los cimientos de las innovaciones y desarrollos técnicos metalúrgicos a nivel artístico e industrial de las civilizaciones futuras.

## 2.4. CIVILIZACIÓN ETRUSCA E IMPERIO ROMANO

La proyección de los descubrimientos e innovaciones por parte del pueblo griego fueron recogidas, distribuidas y expandidas por el Imperio Romano (27 a.C.- 395 d.C.). La proyección del lenguaje clásico hacia el futuro sería ininteligible sin la civilización del Imperio Romano. Esta adaptación requirió cierto tiempo, una fase bastante larga de influencia y contactos, hasta que el nivel cultural romano y griego llegó a la equivalencia. Esto, sumado a la capacidad propia del pueblo romano de acomodación del lenguaje clásico a sus distintas sugerencias políticas y culturales, hizo florecer el desarrollo técnico y artístico del Imperio Romano (Elvira, 2005).

Uno de los factores fundamentales de la gran expansión de Roma fue, por un lado, el control del comercio del metal y los números de sus explotaciones mineras, distribuidas por toda Europa y partes de África y Asia (especialmente importante el control sobre las minas de hierro etruscas en Toscana y Elba); por otro lado, su dominio y excelencia de las técnicas de trabajo del metal, lo que repercutió directa y positivamente en el desarrollo de su armamento (figura 2.22).

En este periodo, el Imperio Romano obligó a los criminales y esclavos a trabajar en las minas para extraer el mineral utilizando herramientas de hierro tales como picos, puntas y mazas. Se transportaba el mineral en unas cestas después de extraerlo directamente a los hornos, los cuales se calentaban por leña. Los hornos romanos eran capaces de alcanzar una temperatura bastante alta (1500°C) para fundir completamente el hierro y obtener coladas puras de este metal, las cuales

se moldeaban fácilmente. Tras ello se procedía a la forja y el templado de las piezas con intención de obtener acero por carburación martilleando el hierro en presencia de carbón aumentando de esta manera la dureza de los filos de sus armas y herramientas (Escarpa, 2000).



*Fig. 2.22. Cuchillo plegable romano. Hierro con la manija tallada de la pantera del hueso. Entre 300 – 200 a.C. 16 cm aproximadamente. Tomada de: <https://fr.pinterest.com/pin/447756387935154767/>.*

Por otro lado, no se puede hablar del bronce en la época del Imperio Romano sin señalar antes la importancia de los magníficos bronceístas de los pueblos etruscos (una de las influencias, junto a la Antigua Grecia, en el desarrollo del arte romano). Son abundantes los objetos etruscos de alta calidad y diseño fundidos en bronce que poseen conceptos rituales, como por ejemplo la Cista Ficoroni (figura 2.23). Las cistas eran contenedores utilizados para proteger objetos preciosos; ésta se encontró en el Lacio, región de Roma que fue fuertemente influenciada por la cultura etrusca (Bonfante, y Swaddling, 2009)





*Fig. 2.23. Cista Ficoroni. Bronce. 350-330 a.C. 75 cm aproximadamente. Museo Etrusco Nacional de Villa Julia. Tomada de: <https://fr.pinterest.com/pin/522136150520820595/>.*

La utilización del bronce en el Imperio Romano estuvo muy extendida, pero no se han encontrado muchas de las obras monumentales hechas en bronce pertenecientes a este periodo. Muchas de las esculturas monumentales de personalidades famosas de la época desaparecieron, y el metal de muchas de estas obras se fundió y reutilizó para hacer armas, monedas, herramientas, etc.

Por otro lado, tampoco son numerosos los retratos conservados en bronce, aunque sí han llegado algunos hasta nuestros días. El retrato en la época romana siempre ha presentado un marcado realista, siendo interés del escultor el realizar todas las detalles del modelo, intentado esculpir o modelar todas las arrugas de la piel y los pliegues de las ropas, como en el caso del famoso retrato de Lucio Junio Bruto (datada en los siglos IV-III a.C.), el primer cónsul y el creador de la República Romana (figura 2.24). La escasez de retratos en bronce de este período hacen de estas obra una de las más preciadas de las colecciones capitolinas. También destaca el caso del retrato de Trajano (figura 2.25), realizada en los inicios del siglo II d.C., situada en el Museo de Ankara.



*Fig. 2.24 Bruto Capitolino. Bronce. Siglos IV-III a.C. 69 cm. Museos Capitolinos, Roma.*

*Tomada de:*

*[http://es.museicapitolini.org/nuovo\\_allestimento/percorsi\\_per\\_sale/appartamento\\_dei\\_conservatori/sala\\_dei\\_trionfi/bruto\\_capitolino](http://es.museicapitolini.org/nuovo_allestimento/percorsi_per_sale/appartamento_dei_conservatori/sala_dei_trionfi/bruto_capitolino)*



*Fig. 2.25. Retrato de Trajano. Bronce. Los inicios del siglo II d.C. 70 cm aproximadamente. Museo de las Civilizaciones de Anatolia, Ankara. Tomada de: <https://es.pinterest.com/pin/470133648586122887/>*

La técnica utilizada para la realización de estas obras en bronce en hueco es el proceso a la cera perdida, proceso explicado anteriormente.

Probablemente, la famosa obra de mármol de Augusto de Prima Porta es una copia de una original de metal.

Por su parte el Coloso de Barletta, en Italia (figura 2.26), obra descubierta a finales de la Edad Media, realizada a finales del siglo IV o principios del V, es una estatua monumental que sorprende por el tamaño de más de cinco metros, y el nivel técnico que se ha podido alcanzar la fundición en esa época. Esta obra supone un hito tardío de este tipo de estatuaria, en el que los valores simbólicos de una figura elegida se unen a las acciones y discursos de las actividades castrense.



*Fig. 2.26. El Coloso de Barletta. Bronce. Finales del siglo IV o principios del V. 5.11 cm de altura. Barletta, Italia. Adaptado de: <http://artserve.anu.edu.au/raid5/italy2004/barletta/monuments/colossus/>.*

Domergue (1990) hace referencia a las cantidades de bronce que fue necesario para abastecer todas las necesidades del Imperio, que abarcaban múltiples campos de la vida afectando a nivel político, religioso, social, etc.:

*“Cuando vemos el número de objetos de bronce descubiertos en las excavaciones de Herculano y Pompeya, podemos imaginar la cantidad de este producto que fue necesario para satisfacer la demanda del mundo romano, tanto más cuanto que los usos del bronce eran múltiples; lo empleaban para mil cosas: para el lujo de las mesas, la comodidad de las casas, la técnica y la mecánica, la publicación de las leyes, el adorno de los edificios, el retrato de los poderosos, las estatuas de los poderosos, las estatuas de los dioses...”*

Aparte del bronce y el hierro, también fue importante la utilización de otros metales preciosos como oro y plata en labores de orfebrería y otros usos (monedas, vajillas, etc.). Podemos destacar el caso del Missorium o Disco de Teodosio (figura 2.27), hecho de plata chapada con oro según Almagro-Gorbea et al (2000) con una ley de 0.976 y un diámetro de 74 cm. Fue realizado con la técnica de fundición a la arena (cuyo proceso en aquella época no presenta muchas diferencias con el utilizado hoy día) se conserva en la Real Academia de la Historia. Este proceso de fundición lo detalla Sánchez Beltrán (2000), en el que hay que:

*“verter la plata fundida en un molde de arena que reproduce un modelo que se retira antes de la colada. La impronta o forma del modelo, realizado en un material duro, se imprime en una arena silicio arcilloso que se ajusta alrededor de aquella. Todo ello suele estar contenido en dos cajas o chasis. El procedimiento de la fundición a la arena hace posible la colada no solo de un ejemplar único sino de varios, al retirar y salvar el modelo antes de la fundición, si bien requiere la realización de un molde nuevo de arena por cada pieza que se desee fundir”*.

En este caso el metal utilizado fue plata, pero se puede emplear esta técnica con bronce y otros metales.





Fig. 1.27. Missorium o Disco de Teodosio. Plata chapada con oro. Siglo IV d.C. 74 cm. de diámetro. Real Academia de la Historia. Tomada de: <http://www.rah.es/disco-de-teodosio/>

Los romanos usaron una cantidad grande de materiales para sus adornos y joyas, las cuales tenían mucho valor funcional. Uno de los ornamentos más utilizados en la época romana fue el broche o peroné, un accesorio de vestir muy ornamentado, un tipo de broche con un alfiler de seguridad grande que fue utilizado como un sujetador de ropa. A menudo estaba adornado con un clip tipo camafeo o intaglio de un busto femenino o una talla alada de Victoria

Así también, la producción de las monedas metálicas ocupó un lugar muy importante en el Imperio Romano a nivel social y político ya que su utilización se extendió en esta época, siendo los estados los que desde entonces monopolizaron la acuñación (fabricación de monedas). Las

monedas solían tener un sello grabado: figura de un emperador, un dios u otro símbolo; según cada sello se garantizaba la pureza y el peso del material con que la moneda había sido acuñada. Las monedas más usadas dentro el Imperio Romano fueron, el aureos, y el quinario de oro, el denario, el quinario de plata y el sestercio de cobre (Rioja, 2014).

En la figura 2.28. se puede observar un quinario de plata de la República Romana, acuñado hacia el 214-213 a.C, con un peso de 2,24 gr. y un diámetro de 14 mm. En el anverso se observa una Cabeza de Roma con casco alado a derecha, y en el reverso Los dioscuros a caballo cabalgando hacia derecha.



*Fig. 2.28. Quinario de República Romana. Plata. 214 – 213 a.C. 2,24 gr. 14 mm de diámetro. Adaptada de: <http://www.numismaticodigital.com/noticia/5865/articulos-numismatica/quinarios-de-plata-y-oro.html>.*

A finales del siglo VI d.C., con la caída del Imperio Romano Occidental, comienza la pérdida del realismo en el retrato, iniciándose una época más abstracta o idealizada en el arte, que afectará tanto a la estética bizantina como a otros estilos y manifestaciones que se sucederán a lo largo de la Edad Media.

## 2.5. LA EDAD MEDIA

En el año 285 d.C. el emperador Diocleciano dividió el Imperio Romano en dos imperios, el occidental que desapareció en el año 480 d.C., y el imperio oriental que fue conocido como el Imperio Bizancio 395-1453 d.C. (Treadgold, 2001). En Bizancio, la vida cristiana influyó mucho en todos los campos del Imperio, y especialmente en el arte, que quedó marcado profundamente por la religión.

Según Corredor (1999), el desarrollo metalúrgico en la época del Imperio Bizantino es poco conocido. Las técnicas de fundición artísticas, después de haber alcanzado un nivel bastante desarrollado en la época griega y romana, sufrieron un gran retroceso en la época bizantina a nivel general. Aun así, sí nos han llegado algunos trabajos artísticos en metal de relevancia, especialmente en orfebrería y artes aplicadas. En este sentido podemos destacar las puertas de la Basílica de Santa Sofía (figura 2.29.), donde se nota la influencia de los metalúrgicos orientales que pertenecen al mundo musulmán y los bronceístas del norte de Italia.





Fig. 2.29. Puertas Basílica de Santa Sofía. Bronce. Construcción de la basílica: 532-537 d.C. 370 cm de altura. Estambul. Tomada de: <http://www.istanbulclues.com/wp-content/uploads/2016/10/Narthex-Door-Of-Hagia-Sophia-Opens-Inside.jpg>.

Otras de las aplicaciones para las que se usó el bronce a lo largo de toda la Edad Media fueron para algunos relieves, campanas y pilas bautismales, todos estos encargos al servicio de la religión, fundamentalmente para ser colocados en iglesias y catedrales. Corredor (1999) atestigua esta escasez en los trabajos artísticos en metal fundido cuando afirma:

*“se puede considerar que no existe otro tipo de fundiciones que las campanas, recibiendo los fundidores de esta, de manera esporádica, algunos encargos que conformarán una pobre producción escultórica”.*

A partir del siglo X, las esculturas en metal vuelven a incrementarse de forma tímida después de cinco siglos de recesión, aunque se tardó

bastante en recuperar plenamente el nivel técnico y artístico que tenían los griegos y romanos. Un ejemplo destacado de esta paulatina recuperación es el retrato ecuestre de Carlomagno (figura 2.30), del siglo IX., de 24 cm de altura y ubicada en el Museo del Louvre, París, muestra la fascinación en este periodo de la Edad Media por las imágenes ecuestre de la Roma Imperial.



*Fig. 2.30. Ecuestre de Carlomagno. Bronce. Siglo IX. 24 cm de altura. Museo del Louvre, Paris. Adaptada de: <https://educationdidactique.revues.org/1422>.*

Otro elemento en el que destacó el uso del metal fueron las puertas de catedrales e iglesias. En este sentido podemos destacar las puertas de bronce de la catedral de Aquisgrán (Alemania) (figura 2.31). Según Weormann (1959), las puertas se construyeron entre los años 1007 y 1015 y se encontraban situadas inicialmente en la entrada de la iglesia de San Miguel, desde donde fueron trasladadas en 1030 a la Catedral de Aquisgrán.



*Fig. 1.31. Las puertas de la catedral de Aquisgrán. Bronce. 1007 -1015 d.C. Aquisgrán, Alemania. Aproximadamente 400 cm de altura. Tomada de: <https://fr.pinterest.com/pin/512495632565809505/>.*



También destacan las puertas de San Miguel de Hildesheim (figuras 2.32 y 2.33); están realizadas en los inicios del siglo XI, y constituyen el ejemplo más importante del desarrollo técnico de la fundición en la Edad Media hasta esa época. Estas puertas fueron fundidas en bronce de solo una pieza.



*Fig. 2.32. Las puertas de la Iglesia San Miguel de Hildesheim. Bronce. 996-1022. 472 cm de altura. Hildesheim, Alemania. Tomada de: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/a1/81/d2/a181d2b4ed9f719076ae3592e44d8642.jpg>:*



*Fig. 2.33. Detalle de las puertas de la Iglesia San Miguel de Hildesheim. Bronce. 996-1022. Hildesheim, Alemania. Tomada de: [http://www.circulo-romanico.com/foro\\_club\\_del\\_romanico/viewtopic.php?f=2&t=132&start=60](http://www.circulo-romanico.com/foro_club_del_romanico/viewtopic.php?f=2&t=132&start=60).*

Ya en el siglo XII los bronceístas cobraron mayor importancia destacando algunos como Bonanno de Pisa, escultor y arquitecto, en cuyo estilo se puede apreciar la mezcla entre el arte bizantino y la antigüedad clásica. A él se deben las puertas de la catedral San Raniero de la Catedral de Pisa, hechas de paneles de bronce que narran en veinticuatro escenas los principales episodios de la vida de Cristo, y las puertas de la Catedral de Monreale.

Por otra parte, el trabajo del hierro en la Edad Media se realizó fundamentalmente en dos modos: uno más funcional, y el otro menos práctico y más ornamentado. Los artesanos medievales aprovecharon de

la técnica nueva del martinete hidráulico, un instrumento diseñado para aprovechar la energía hidráulica en el trabajo de forjar el hierro consistente en un martillo de gran peso que cae sobre de un yunque colocado sobre un bloque de madera o piedra). Así ahorran tiempo y trabajo para hacer cerraduras y llaves, bisagras, clavos, rejas, verjas, etc. A modo de curiosidad, y destacando como trabajo a mitad de camino entre la ornamentación y la funcionalidad, podemos señalar los instrumentos de tortura, entre los que destaca uno del siglo XV conocido en la Corona de Castilla conocido como el sueño italiano o, más comúnmente, con el nombre de doncella de hierro (figura 2.34). Los clavos eran lo suficientemente gruesos para evitar los puntos mortales, alargando el padecimiento de la víctima. Se trata de un habitáculo cerrado hecho de hierro cuyo interior guardaba una colección de pinchos colocados estratégicamente de forma que al cerrarlo penetrarían en determinadas partes del cuerpo según se quisiera dar una muerte más o menos lenta. La primera referencia que se tiene (aunque ya se realizaban antes) es del 14 de agosto de 1515 en la que ajusticiaron a un falsificador de moneda (Tostado, 2013).



*Fig. 2.34. Tortura medieval. Hierro. Siglo XV. 180 cm aproximadamente. Museo de la Tortura, Toledo. Tomada de: <https://www.flickr.com/photos/nathaninsandiego/14242525009/in/photostream/>.*

Por otro lado, el trabajo de la orfebrería jugó un papel muy importante en la Edad Media, tanto en el campo religioso, público y privado. Podemos destacar la Corona Imperial de oro de la Dinastía Ottoniano (figuras 2.35), fechada en la segunda mitad del siglo X y principios del siglo XI, realizada en Alemania. Así también un broche de oro con perlas vidrio y esmalte cloisonné, este broche en forma de estrella está decorado con formas arquitectónicas en miniatura construidas de



filigrana de oro fino y granulación (figuras 2.36). Es el tipo de adorno usado por los miembros de alto rango de la corte de los emperadores Ottonianos.

Por otra parte, los monasterios fueron las fuentes económicos más importantes para los orfebres, y en algunas iglesias había unos talleres preparados para los orfebrería; habitualmente los orfebres estaban en un anexo del taller junto a los herreros.



Fig. 2.35. *Corona Imperial, Oro. Segunda mitad del siglo X a principios del siglo XI. 25 cm de altura aproximadamente. Adaptada de:*  
<http://aleyma.tumblr.com/post/7326154430/imperial-crown-of-the-ottonian-dynasty-made-in>.





*Fig. 2.36. Broche. Oro, perlas, vidrio, esmalte cloisonné. 970-1030 d.C. 3.8 x 1.2 cm.*

*Tomada de: <http://www.metmuseum.org/art/collection/search/465119>.*

## 2.6. EL RENACIMIENTO

El Renacimiento (1300 – 1700) es un periodo de florecimiento artístico y técnico, en el que se inicia la transición de la Edad Media hacia el comienzo de la Edad Moderna. En este periodo se ampliaron las forjas tradicionales, gracias al perfeccionamiento del sistema de fuelles movidos por energía hidráulica, que permitían enviar un chorro de aire continuado sobre el metal fundido. Además, como apunta Balard (1989), el mayor adelanto técnico fue la creación del alto horno, que tiene un rendimiento superior, ya que en él la fundición está sometida a un segundo proceso que produce un hierro de más calidad.

El hierro, en la fabricación de objetos y armas que requerían una mayor resistencia y dureza, relegó al bronce a un segundo plano (aunque éste siguió empleándose de manera preeminente en los trabajos artísticos). Por su importancia, debemos señalar, a nivel armamentístico, el cañón Dulle Griet (figura 2.37), de 5 metros de longitud, obra maestra fabricada en Gante (Bélgica) en el año 1430, realizado en hierro fundido.



*Fig. 2.37. El cañón Dulle Griet. Hierro fundido. La primera mitad del siglo XV. 500 cm de longitud. Gante, Bélgica. Tomada de: <http://www.xn--cafaldasdoce-dbb.com/4-dias-en-gante-y-brujas-free-tour-por-gante/>.*

Además de para armas, el hierro se utilizó para fabricar aparatos de precisión, como los de los primeros relojes mecánicos. A modo de ejemplo podemos destacar el caso del reloj de la catedral de Salisbury (figura 2.38), se cree que es el reloj mecánico más antiguo del mundo (Rojas, 2004), datado en el año 1386. El reloj no tiene cara como los relojes modernos, ya que fue diseñado para golpear las horas. Todo el mecanismo de engranajes está realizada en hierro forjado, sin utilizar piezas de madera, empleándose grasa animal como lubricante (Montero Moreno, 2005). La energía es suministrada por dos piedras grandes que

cuelgan de poleas. Cuando los pesos caen, las cuerdas se desenrollan de las bobinas de madera. Una bobina conduce la rueda principal que es regulada por el escape, la otra impulsa el mecanismo de golpeo y el freno de aire. Cuando los pesos llegan al suelo, tienen que ser levantados de nuevo, tarea que explica la presencia de dos grandes ruedas en forma de volante a cada lado del reloj.

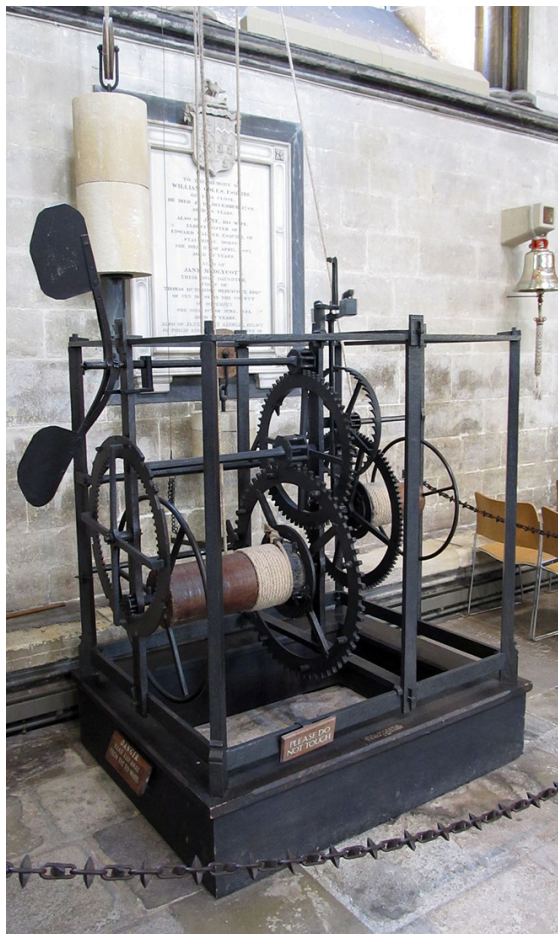


Fig. 2.38. El reloj de la catedral de Salisbury. Hierro. 1386. 124x129x106 cm. Salisbury, Inglaterra. Adaptada de:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Salisbury\\_cathedral\\_clock#/media/File:Salisbury\\_Cathedral,\\_medieval\\_clock.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Salisbury_cathedral_clock#/media/File:Salisbury_Cathedral,_medieval_clock.JPG)

Por su parte, la escultura en bronce fundido del Renacimiento abarca una gran variedad de tamaños, desde las miniaturas tipo medallas hasta los grandes tamaños de las esculturas públicas, y emplearon dos técnicas básicas de fundición según el tamaño de la pieza (Johnson, 2015). Para las obras pequeñas como relieves, medallas, monedas, etc., se utilizaba un molde generalmente de yeso, vertiendo en él el bronce líquido. Previamente este molde se había realizado a un modelo en barro. Por otro lado, en el caso de las esculturas de tamaños grandes o medianos, se utilizó la técnica de fundición en hueco, el método de la cera perdida, el cual se mejoró mucho en esta época, así como los procesos de acabado del bronce fundido. Respecto a estas mejoras técnicas y procesos de acabado, Paoletti (2002) puntualiza:

*“En el siglo XVI los escultores consiguieron perfeccionar la fabricación de moldes, lo que les permitió fundir una copia de cera acabada en lugar del original. Una vez que el bronce quedaba libre del molde, era necesario cortar las conducciones para el aire, ahora convertidas en filamentos de metal sólido, limar las asperezas que cubrían toda la superficie, cincelarla, pulirla y, además darle cierta pátina (a veces con esmalte y con colores al óleo), a fin de realzar la luminosidad del metal. Antes de pintarlo se solían grabar los detalles delicados de la ropa o de rasgos faciales, y se añadían los dorados, si la obra así lo requería”.*

En el Renacimiento sí encontramos multitud de obras en bronce fundido e importantes escultores que trabajaron estos procesos, marcando algunos hitos importantes en la Historia del Arte. Sin duda uno de los ejemplos capitales lo constituye las famosas Puertas del Paraíso de bronce del Baptisterio de la Catedral de Florencia (figuras 2.39 y 2.40), finalizadas en 1452, diseñadas y fundidas por el famoso escultor y orfebre



Lorenzo Ghiberti (1378–1455) (Johnson, 2015); además Pijoán (2004), puntualiza que el proceso de realización la realización de las puertas duró aproximadamente un cuarto de siglo (más concretamente, según Ceysson y Bresc- Bautier, 2006, la primera parte de la puerta le ocupó de 1402 a 1424) y que Ghiberti fue ayudado por varios escultores de importancia como Donatello, Lucca della Robbia y Michelozzo. En cualquier caso supone la obra cumbre de Ghiberti y es una de las obras más destacadas del Renacimiento. De bronce dorado, le fue puesto el sobrenombre de “del Paraíso” por Miguel Angel Buonarroti. Después del aluvión de Florencia, los paneles originales fueron restaurados y se conservan en el Museo de l'Opera del Duomo, que se encuentra en las inmediaciones.

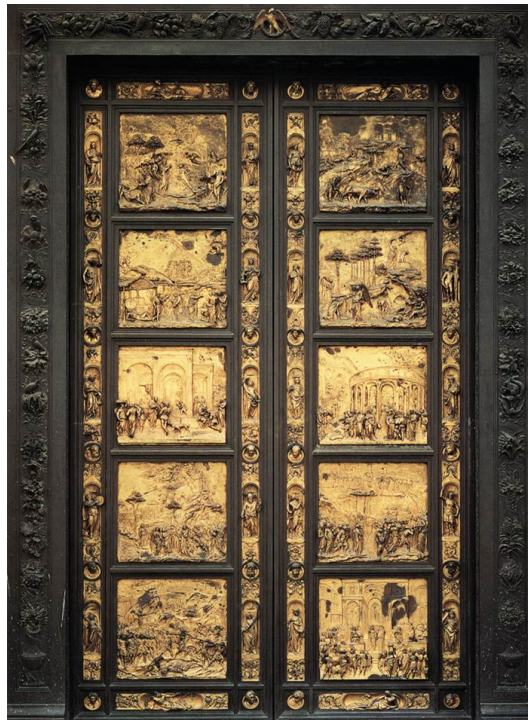


Fig. 2.39. “La Puerta del Paraíso” o La puerta este del Baptisterio. Lorenzo Ghiberti. Bronce dorado. 1425 - 1452. 506 x 287 cm. Baptisterio, Florencia. Tomada de: <http://www.all-art.org/Architecture/11-24.htm>.

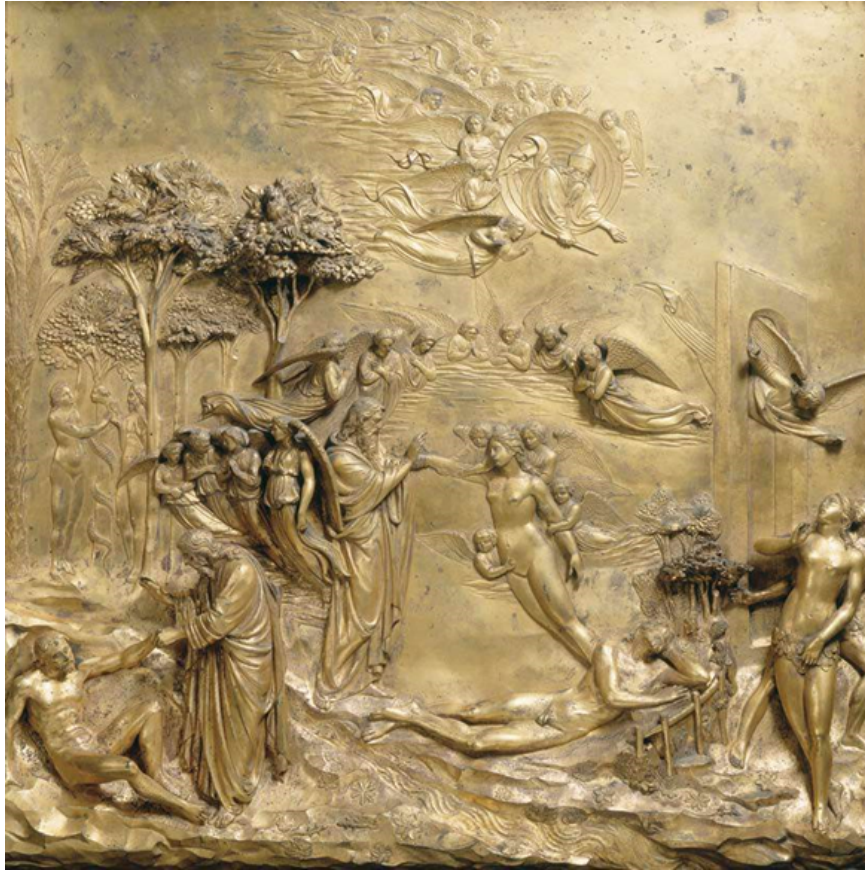


Fig. 2.40. La creacion de Adam y Eva, detalle de "La Puerta del Paraiso". Lorenzo Ghiberti. Bronce dorado. 1425 – 1452. Baptisterio, Florencia. Tomada de: <http://theredlist.com/wiki-2-351-861-1411-1413-1415-view-italian-renaissance-profile-ghiberti-lorenzo-1.html>.

Otro ejemplo importante de escultura en bronce de esta época es el famoso David de Donatello (1386- 1466) (figura 2.41), ubicada en el Museo Nacional de Florencia. Fue realizada entre 1435 y 1445 para el patio del palacio de los Médicis, y supuso el primer desnudo masculino total en una figura de bulto redondo de grandes dimensiones desde la Antigüedad Clasica (Marías, 2005) fundida en bronce. Dice Bazin (1972) refiriéndose al concepto escultórico de la obra:

*“la estatua, con un movimiento de caderas algo forzado, exhibe una gracia manierista, algo seca y angulosa, lo cual contribuye a la ambigüedad de la imagen, que tiene tanto de joven Mercurio como de pequeño pastor de la biblia. Historia y Mito se confunden en un clima misterioso, casi esotérico”.*



Fig. 2.41. David, Donatello. Bronce. 1420-1440. 158 cm de altura. Museo Nacional de Florencia. Tomada de: [http://temasycomentariosartepaeg.blogspot.com.es/p/blog-page\\_599.html](http://temasycomentariosartepaeg.blogspot.com.es/p/blog-page_599.html).

Otra de las obras más importantes de Donatello es el monumento de bronce ecuestre al Condottiero Gattamelata (1446-1450, figura 2.42), por su gran tamaño, de aproximadamente 340 x 390 cm, apoyando a un zócalo de base de 780 x 410 cm, situada en la Plaza del Santo, Padua. Es importante descartar el nuevo concepto del individualismo patente en esta obra, así como el interés por reproducir psicología del personaje. Todo ello supeditado a la búsqueda de un naturalismo perfecto en la



representación (Kreysa, 2004). Esta obra es probablemente la primera escultura ecuestre fundida desde la antigüedad y también es una de las primeras esculturas de la época moderna que desvinculadas de la servidumbre a la arquitectura.

Otra escultura ecuestre en bronce de gran relevancia es el retrato de Bartolommeo Colleoni (1482- 1488, figura 2.43) situada en Campo Santi Giovanni e Paolo, Venecia, realizada por Andrea del Verrocchio (1435-1488). A la muerte del mismo se quedó inacabada y fue continuada por Alessandro Leopardi, en contra de lo que deseaba Verrochio, que pidió que fuera su alumno Lorenzo di Credi el que la continuase.

En estas dos esculturas ecuestres la fundición resultó tan notable, dada la impresionante escala y el gran sentido de equilibrio y dignidad que transmiten que, simbólicamente, suponen ejemplos de la representación del triunfo de la inteligencia sobre la fuerza bruta, uno de los ideales del humanismo.



Fig. 2.42. Retrato ecuestre al Condottiero Gattamelata. Donatello. Bronce. 1446-1450. 340 x 390 cm y la base 780 x 410 cm. Plaza del Santo, Padua, Italia. Tomada de: <http://www.scultura-italiana.com/Approfondimenti/Foto/Donatello%20-%20Gattamelata.jpg>.



*Fig. 2.43. Retrato ecuestre Bartolommeo Colleoni. Andrea del Verrocchio. Bronce. 1482-1488. 400 cm de altura y un peso aproximado de 6 toneladas. Campo Santi Giovanni e Paolo, Venecia. Tomada de: <http://www.foroxerbar.com/viewtopic.php?t=6898>.*

En la época del Reinado de Francisco I en Francia, destacó el orfebre y el escultor Benvenuto Cellini (1500- 1571). Quizá su obra maestra sea el famoso relieve de bronce “Ninfa de Fontainebleau” (figura 2.44), realizada entre 1540 y 1545. Fue un encargo del rey para decorar la entrada principal (Porte Dorée) en el Castillo de Fontainebleau, aunque después de la muerte del rey, la mala relación entre Cellini y el sobrino del rey, provocó la salida del escultor de Francia en el año 1545, y la obra nunca se colocó en la puerta principal del Castillo (Woods y Cunningham, 1999). Finalmente fue instalada encima de la entrada del castillo de Anet

por Philibert de l'Orme. El artista en este relieve usó la técnica de la cera perdida, y se realizó la escultura por varias piezas, y contó con la ayuda de un equipo de escultores incluyendo a Pierre Bontemps, siendo este relieve la primera obra grande que fundió el artista en bronce (Cellini, edición Akal de 1989).



Fig. 2.44. La ninfa de Fontainebleau. Cellini. Bronce. 1542-1545. 205 x 409 cm. Museo del Louvre. Tomada de:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benvenuto\\_cellini,\\_ninfa\\_di\\_fontainebleau,\\_1542-43\\_ca.\\_02.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benvenuto_cellini,_ninfa_di_fontainebleau,_1542-43_ca._02.JPG).

Cellini también fue un destacado orfebre. El tratamiento de metales preciosos en el campo de la orfebrería también fue muy importante en el Renacimiento. Podemos señalar, por ejemplo, el Salero de Francisco I de Francia hecho por Cellini (figura 2. 45), es una obra de oro puro, marfil y esmalte de tamaño 26 x 33.5 cm, (Woods y Cunningham, 1999).





*Fig. 2.45. Salero de Francisco I de Francia. Cellini. Oro, esmalte y marfil. 33.5 cm x 26 cm. Museo Kunsthistorisches, Viena. Tomada de: <http://aracelirdeloleoalcinzel.blogspot.com.es/2016/09/>.*

A finales del siglo XVI, en la corte de Enrique IV, los escultores se interesaron en realizar pequeñas piezas o medallas de bronce, adoptando modas manieristas. Los más destacados fueron Pierre Franqueville (1553-1616), Francisco Bordoni (1580-1654) o Barthelemy Prieur (1536- 1611), que según Corredor (1999) superan con sus obras ampliamente el cambio del siglo. De Prieur podemos destacar la obra “Muchacha trenzando su

pelo” (figura 2.46) realizada en bronce, con una pátina de laca marrón-roja, de tamaño pequeño (17.8 cm de altura), está situada en el Museo Metropolitano de Nueva York.



*Fig. 2.46. Muchacha trenzando su pelo. Barthelmy Prieur. Bronce con pátina de laca marrón-roja. 1600-1610. 17.8 cm de altura. El Museo Metropolitano de Arte, Nueva York. Adaptada de: <http://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/1982.60.126/>.*

En la época de Carlos V en España, se realizaron algunos monumentos en bronce retratando al emperador. Entre ellas destaca, por su perfección técnica, la realizada por el famoso escultor italiano León Leoni, *Carlos V dominando al Terror*, situada en el Museo del Prado (figura 2.47). Se encargó este grupo escultórico a Leoni en el año 1549 por Carlos V. En el año 1550 acababa el modelado; en 1551 fundía la figura del emperador y en 1553 vaciaba el Terror; en 1556 el grupo salía de Milán hacía Flandes y de allí, con su primo Pompeo Leoni, se embarcaba hacía España, donde recibió los últimos retoques en 1564. Técnicamente es el grupo en bronce más perfecto en su época. Formando dos cuerpos desnudos, la armadura de César es desmontable a voluntad, un capricho, según dice el mismo Leoni; la figura es un alarde de estética y equilibrio y cada elemento está tratado virtuosamente (Bustamante, 2005). De este escultor también destaca el extraordinario proyecto acerca del conjunto de ecuestre del monarca, que desgraciadamente nunca llegó a materializarse.



Fig. 2.47. Carlos V dominando al Terror. León Leoni, y Pompeo Leoni. Bronce. 1549 - 1564. 251 x 143 cm, 825 Kg. Museo del Prado, Madrid. Tomada de: <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/carlos-v-y-el-furor/271cd3bf-243d-4c17-b0c7-83716cc9d230>.



## 2.7. SIGLOS XVII Y XVIII

Este periodo es un puente entre la Europa agrícola feudal que fue desapareciendo poco a poco y la Europa industrial que fue naciendo a finales del siglo XVIII. A nivel metalúrgico, hasta los finales del siglo dieciocho, Europa tenía capacidad limitada para la industria metalúrgica, como afirma Sánchez Gómez (1997):

*“Hasta finales del siglo XVIII, Europa y aún más América tenían una capacidad muy limitada para la industria metalúrgica y de transformación metálica, antes del uso generalizado del carbón mineral, del hierro fundido y el acero o del cobre en fundiciones a escala importante y una capacidad suficiente sólo la adquirirán cuando se produzca un tirón importante de la demanda, tras la aparición de las máquinas de vapor y la extinción generalizada de la maquina como herramienta de trabajo”.*

No obstante, las transformaciones en los diferentes modos de tratamiento del material de base se perfilan desde finales del siglo XVII y la aparición de instrumentos mecánicos más eficaces en las actividades artesanales vienen provocadas por la utilización del carbón mineral en lugar de utilizar el carbón vegetal, siendo Inglaterra el epicentro de las novedades y cambios que desembocarían en la futura Revolución Industrial. Primeramente se reemplazó la leña en algunos hornos por la hulla o coque, desde la primera mitad del siglo XVIII, técnica desarrollada y evolucionada puesta a punto por varias generaciones de la familia Darby. De esta forma se registraron los yacimientos de hulla y de las riquezas mineras del reino de Northumberland- Durham, del país de Gales y los yacimientos de hierro de la región de Birmingham, constituyendo las futuras puntas de lanza del desarrollo industrial (Péronet, 1991).

En el campo del arte, en la época comprendida entre el inicio del siglo XVII hasta finales del siglo XVIII aproximadamente, el Barroco, la escultura vivió un periodo de máximo esplendor, profundizando y puliendo los avances técnicos iniciados en el Renacimiento. La escultura alcanza su cenit en su relación con la arquitectura, tanto a nivel de decoración interior y exterior ya sea en edificios religiosos como palaciegos, y en la decoración urbanística mediante grandes monumentos. Mientras que en la escultura religiosa destaca sobremanera el empleo de la madera en la imaginería religiosa, para las estatuas que se ubicaban en los grandes jardines de los palacios y para decorar las fuentes, se prefería el empleo de materiales más resistentes a la intemperie, tales como piedras duras, mármol, el bronce dorado o en su color y el plomo pintado en blanco o verde. Los monumentos y fuentes urbanas realizadas por los mejores artistas de la época que adornan las plazas y calles de las ciudades también estaban realizadas en piedra o bronce fundamentalmente.

En el primer cuarto del siglo XVII, en Italia hay muchos ejemplos de esculturas monumentales barrocas, como las estatuas ecuestres de Ranuccio realizada entre (1612-1620) (figura 2.48) y Alessandro Farnese (figura 2.49) realizada entre (1620-1625), de Francesco Mochi (1580-1654), cual ha sido el escultor más grande del barroco italiano. Los dos retratos ecuestres están realizados en bronce y situados en Piacenza. Estas dos obras son diferentes a todas las esculturas ecuestres anteriores por el tema del movimiento del caballo y su cola, por una parte, y por otra la forma de diseñar la ropa de los dos hermanos, aunque la influencia de las esculturas ecuestres de Donatello y Verrochio son evidentes, como apunta Madrid-Malo (1985):

*“se trasladó a Padua y Venecia con el fin de estudiar detenidamente los dos prodigios ecuestres del Donatello y del Verrocchio. Producto de ello fue esa mayor fusión entre caballo y jinete que allí logró Mochi, superando así uno de los defectos más resaltantes que hasta entonces podía advertirse en ese tipo de estatuas: la impresión de superposición, de separación evidente entre caballero y cabalgadura, tan visible en el bronce de Marco Aurelio. De ese modo se obtuvo un perfeccionamiento indudable en esa clase de obras, que aseguraría el éxito futuro de la estatuaria ecuestre”.*



*Fig. 2.48. Retrato ecuestre de Ranuccio Farnese. Francesco Mochi. Bronce. 1612-1620. Tamaño mayor al natural. Piacenza, Italia. Tomada de: <http://www.atlantedellarteitaliana.it/artwork-6450.html>.*



*Fig. 2.49. Retrato ecuestre de Alessandro Farnese. Francesco. Bronce. 1620-1625. Tamaño mayor al natural. Piacenza, Italia. Tomada de: <http://www.lib-art.com/imgpainting/7/2/14627-equestrian-statue-of-alessandro-far-francesco-mochi.jpg>.*

Por otro lado, por su calidad técnica y por su monumentalidad podemos destacar la Cátedra de San Pedro (figura 2.50), obra del gran escultor Gianlorenzo Bernini (1598 - 1680), realizada entre 1657 y 1666, situada en Basílica de San Pedro en Roma. Esta escultura, realizada en su mayor parte en bronce dorado, se combina con otros materiales como el mármol, estucos blancos y coloreados y cristal, todo ello con la intención de potenciar la teatralidad del conjunto. La cátedra está adornada con cuatro figuras de bronce de gran tamaño que representan a dos Doctores de la Iglesia latina, San Gregorio y San Agustín, y dos de la

griega, San Juan Chrisostomo y San Basilio que con sus manos sustentan la cátedra embutida también en bronce, y otros adornos de yeso blanquísimo esmaltado de oro hasta la vidriera de aquel lienzo que remata la Iglesia en forma de semicírculo, haciendo servir la misma vidriera al intento, con haberla formado con sus vidrios de color de gloria un espíritu santo y entorno de él, y de ella un círculo de rayos que todo hace una bellísima muestra (Casasayas, 1986).



*Fig. 2.50. Cátedra de San Pedro. Gianlorenzo Bernini. Bronce dorado, se combina con el mármol, estucos blancos y colorados y cristal. La altura total ronda los 20 metros de altura (las figuras de los santos miden aproximadamente 5 metros). 1657- 1666. Basílica de San Pedro, Roma. Tomada de: <https://tuitearte.es/2013/03/27/catedra-de-san-pedro-del-vaticano/>.*

También destacó el escultor genovés Pietro Tacca (1577-1640), discípulo de Giambologna (1529-1608), siendo un gran maestro en la técnica de la fundición en bronce (Ramallo, 2005). Por ello le fue encargada la realización de monumentos ecuestres de nobles y reyes de Europa. Como ejemplo, podemos destacar la estatua del Rey de España Felipe IV (figura 2.51), situada en Plaza de Oriente, en Madrid. Inspirándose en un retrato del rey que pintó Velázquez, y en colaboración con el escultor español Martínez Montañés, quien había realizado un busto del monarca, la estatua fue fundida en la primera mitad del siglo XVII en Florencia. También se contó con el asesoramiento científico del físico Galileo Galilei, quien hizo los cálculos para poder conseguir el equilibrio de la postura del caballo en corveta (con las patas delanteras levantadas), siendo la primera escultura ecuestre en esta posición de la historia. Para ello se decidió que la mitad trasera del caballo debía hacerse maciza, incluida la cola, que podía actuar como apoyo, mientras que el resto del conjunto debía dejarse hueco. Esto permitió que se sostuviera toda la escultura, a pesar del enorme peso del bronce, que ronda las ocho toneladas. Su realización en hueco se hizo por varias piezas, ya que hacerlos en solo una pieza, además de un esfuerzo descomunal, no obedecía a ninguna lógica técnica. En este sentido según Matilla (1997), solo los franceses fundieron las estatuas de Luis XIV y Luis XV de una sola pieza, atendiendo a intereses de prestigio y grandeza, y de cuyo trabajo se dejó testimonio visual a través de diversas publicaciones ilustradas con estampas de recorrieron Europa como prueba de la grandeza y del poder de la monarquía francesa.





*Fig. 2.51. Estatua escultora del rey Felipe IV. Pietro Tacca (1577-1640). Bronce. 400 x 350 x 200 cm. 1634-1642. 9 toneladas aproximadamente, situada en la plaza de Oriente, Madrid. Tomada de: <https://www.flickr.com/photos/alejandro5000/2733901304/in/photostream/>.*

En Francia esta época fue muy rica en esculturas importantes de gran calidad y muy buena a nivel técnico y teórico, todo eso gracias a la Academia francesa y la obligada estancia en Roma por parte de sus artistas. Sin embargo, fueron los escultores franceses los que más se repartieron e Europa, siendo muy solicitados por los nobles y reyes, para imitar el estilo “versallesco” en sus palacios. Étienne-Maurice Falconet (1716-1791) da buen ejemplo de ello con su gran obra de bronce del monumento de Pedro el grande (figura 2.52). La obra está situada en San Petersburgo inaugurada en 1782. Esta escultura fue loada por el gran poeta ruso del siglo XIX Alexander Puskin en su obra “El Jinete de

bronce”. Esta obra fue encargada por Catalina la Grande, en lo que era un gesto eminentemente político. El zar está sentado en un caballo sobre un enorme bloque de granito junto al río Neva, que el acorazado corcel parece dispuesto a salvar en un salto espectacular” (dell`Arco, 2006).



*Fig. 2.52. Estatua ecuestre de Pedro El Grande. Etienne Maurice Falconet. Bronce con una base de granito. 1782. El bloque pesa 1600 toneladas, 700 cm de altura. Plaza del Senado de San Petersburgo. Tomada de: <http://www.panoramio.com/photo/88298958>.*

Aunque en el siglo XVII el protagonismo escultórico, sobre todo en las técnicas de bronce corresponde a Francia, Italia, Roma y en casos especiales a España, hay que señalar que en las provincias católicas de los Países Bajos, en las ciudades de Amberes y Bruselas, el florecimiento de las artes de forma fastuosa, surgiendo artistas importantes a nivel europeo, influyó también en la escultura en bronce. Podemos destacar a



Andreas Schüter (1664-1714), que realizó la estatua ecuestre el Gran Elector Federico I de Prusia finalizada en el año 1699 (figura 2.53), situada en el palacio de Charlottenburg, Berlín.



*Fig. 2.53. Estatua ecuestre el Gran Elector Federico I de Prusia. Andreas Schüter (1664-1714). Bronce. 290 cm de altura. 1703- 1708. El palacio de Charlottenburg, Berlín.*

*Tomada de:*

*[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schloss\\_Charlottenburg\\_2005\\_285.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schloss_Charlottenburg_2005_285.JPG).*

Esta influencia de artistas franceses e italianos se expandió en el siglo XVIII en toda Europa, desembocando en el estilo conocido como

Rococó, que triunfó especialmente sobre todo en Alemania y Francia (aunque en Francia desapareció en después de la Revolución Francesa en el año 1789).

La utilización artística del metal en la época del Barroco y el Rococó no destacó sólo en los monumentos escultóricos grandes de bronce, sino también fue profusa en decoraciones de los muebles, objetos, adornos y orfebrería. En el caso del mobiliario, en el último tercio del siglo XVII proliferan variedades de moldes, decoraciones y usos, cada vez más complejos técnicamente. Francia fue un centro importantísimo en este tipo de artes aplicadas. El centro más importante en el que proliferaron las artes aplicadas, en Francia, fue el centro de los Gobelinos, fundado por Colbert en 1662 y dirigido desde ese año por Le Brun. En estos centros se contrataban a los mejores artistas y artesanos, creando manufacturas con secciones especializadas en los diversos productos, aplicando los avances de la ciencia en la mejora de la producción de los mismos. Según Ramallo (2005), con respecto al mobiliario, desde la manufactura de los Gobelinos se dan diseños que los que se combinaban maderas duras de distintos tonos con las incrustaciones de bronce dorado y concha de carey realizándose, además, muebles con plata maciza.

A modo de ejemplo podemos destacar la cómoda para el dormitorio de Luis XV en Versalles (1739) (figura 2.54), de la Wallace Colección, Londres. Los chapados están hechos de madera noble, y el bronce dorado para crear fantasías libres sobre las superficies de las curvas, y en la orfebrería, los metales como la plata y el oro se unen a otros materiales como la concha, nácar, marfil o cristal de roca, de manera supongo que los materiales pierden valor pero ganan vistosidad y fantasía.



*Fig. 2.54. Cómoda para el dormitorio de Luis XV, Versalles. Madera con bronce dorado. 1739. 56 cm de altura aproximadamente. Colección Wallace, Londres. Tomada de: <https://es.pinterest.com/pin/84020349273287009/>.*

Otro ejemplo destacado de la orfebrería y artesanía del rococó es el reloj con pedestal (figura 2.55), de André Charles Boulle (1642–1732). Este reloj es uno de los cinco ejemplos de este elaborado modelo. Las figuras flanqueantes representan los cuatro continentes, Europa, Asia, África y América; por encima del reloj, Cupido apunta sus flechas a quien venga a decir la hora. Así también, Boulle fundó dinastía de ebanistas reales y parisinos, y dio su nombre a una técnica de marquetería que empleaba concha de tortuga y latón con peltre en arabesco o diseños intrincadamente foliados. La marquetería de Boulle cayó en desgracia en la década de 1720, pero fue revivida en la década de 1780.



*Fig. 2.55. Reloj de pedestal. André Charles Boulle. Caja y pedestal de roble con marquetería de concha, latón grabado y peltre. Bronce dorado. Esfera de latón dorado con números árabigos blancos esmaltados. Movimiento de latón y acero. 1720- 1725. 30 cm de altura aproximadamente. Wallece Colección. Londres. Adaptada de: <https://es.pinterest.com/pin/576108977304717711/>*

Otro ejemplo destacado es la mesa Breteuil (ver figura 2.56), hecha de madera, bronce dorado, piedras semipreciosas, perlas falsas y placas

de porcelana de Meissen, obra del orfebre Johann Christian Neuber (1736–1808), fue uno de los maestros orfebres europeos del siglo XVIII, con una actividad de más de 30 años. Fue un regalo en 1781 de Friedrich Augustus III, Elector de Sajonia, a Louis Auguste de Breteuil, Barón de Breteuil, en reconocimiento al papel que desempeñó en la negociación de 1779 del Tratado de Teschen. Se conoce hoy como la "Mesa De la Paz ", o la " Mesa de Teschen".



*Fig. 2.56. Mesa Breteuil. Johann Christian Neuber. Madera, bronce dorado, piedras semipreciosas, perlas falsas y placas de porcelana de Meissen. 1779-1780. 80cm de altura aproximadamente. Museo del Louvre en París. Adaptada de: <http://www.aflouvre.org/supporting-the-louvre/>.*

## 2.8. SIGLO XIX

Entre finales del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, Gran Bretaña en primer lugar, y después Francia, Bélgica y Alemania, experimentaron cambios económicos y sociales debidos a la Revolución Industrial, que provocó en estos países un crecimiento económico bastante grande. La energía humana y animal fue remplazada por energía inanimada, como la máquina de vapor (gracias a las mejoras y diseños de James Watt) y luego motores de explosión y eléctricos (San Juan, 1993). La energía orgánica fue sustituida por energía inorgánica o inanimada. Por su parte, en el campo de la metalurgia se mejoraron los métodos de obtención y elaboración de materias primas, y la capacidad humana y su habilidad fueron sustituidas por instrumentos mecánicos. La máquina desplazó al artesano manual. Sin embargo, la mecanización industrial permitió la producción en masa, más uniforme y más barata (Otero y Grossi, 1998). Esto hizo posible la mejora de los métodos de fundición, sobre todo del acero, aumentando la fabricación de ferrocarriles y la producción de todos los tipos de máquinas.

En esta época los centros más importantes para aprender la metalurgia estaban en Europa, y desde allí trasladaron sus habilidades paulatinamente hacia América del Norte. Los primeros ingenieros de origen europeo que llegaron a California durante la “fiebre del oro” en el año 1850, afirmaban que para poder avanzar en los estudios de la transformación de los minerales solo podían aprenderse en las escuelas europeas como la Friburgo o la Escuela de Minas en Londres (Botero, 2007),

En el siglo XIX, por la primera vez utilizaron nuevas técnicas como la galvanoplastia (técnica que consiste en cubrir un objeto o una superficie con capas metálicas consistentes por medio de la electrólisis y que se aplica especialmente a la preparación de moldes y a la reproducción de objetos en relieve) y el vaciado en zinc. El zinc puro es un metal relativamente blando con baja temperatura de fusión (419,5 °C) y con temperatura de recristalización inferior a la ambiental. Es químicamente reactivo en la mayoría de los ambientes, y por lo tanto susceptible de corroerse, por eso se suele utilizar en aleaciones o como parte del acero galvanizado, que es una lámina de acero al carbono cubierta con una capa de zinc (Callister, 2007). La utilización de estas técnicas supuso en cierto modo la competición con el procedimiento tradicional de la cera perdida, ya que resultaban más baratos.

Sin duda, los avances técnicos de la revolución industrial en la minería y las técnicas de fundición en este periodo han dejado sus influencias en todos los campos del arte (fundamentalmente en arquitectura y escultura), posibilitando que la escultura en bronce, gracias a las nuevas técnicas de reproducción seriada, se hiciera más asequible a la economía de un público cada vez mayor.

Con respecto a este proceso de trabajo en serie de este periodo y cómo afectaba eso a los escultores, Rosenblum y Janson (1984) puntualizan:

*“Del modelo en escayola pueden obtenerse un amplio número de copias en mármol o en bronce, más grandes o más pequeñas con la ayuda de un instrumento mecánico, con lo cual, un modelo que haya tenido éxito puede fabricarse en distintos tamaños y en materiales diferentes para adaptarse a los*

*bolsillos de los potenciales comparadores. En consecuencia, la reducción en el tamaño de las esculturas se convirtió en una industria que empleaban miles de trabajadores y producía incontables réplicas que constituían el principal sustento del escultor del siglo XIX. Por ello, el elevado precio, tanto del mármol como del bronce, no le permitía al escultor dedicarse a la escultura monumental con sus propios medios”*

Así pues, salvo excepciones, las grandes obras monumentales en bronce seguían dependiendo de mecenazgo y patrocinio, siendo el Estado y la Iglesia los principales patrocinadores, al igual que en siglos anteriores. Por eso, y sumándose a la incipiente liberación del arte, muchos escultores empezaron a trabajar con la escayola y presentar en las exposiciones sus obras más libres o atrevidas en este material. Este fue el caso de dos de los más importantes escultores de la época: Canova y Rodin.

París en continuó siendo la capital del arte en el mundo occidental, mientras que Roma se convirtió en la residencia espiritual del Neoclasicismo. Antonio Canova (1757-1822), de origen italiano, fue uno de los escultores más importantes del siglo XIX, siendo uno de los máximos representantes del Neoclasicismo. Realizó una escultura importante de Napoleón Bonaparte, el gran general francés, en mármol, al estilo antiguo de los héroes griegos, que fue terminada en el año 1806. Está ubicada en Apsley House, la colección de Wellington en Londres. Posteriormente, los hermanos Righetti realizaron una copia de bronce fundida en 1811 que se instaló, a partir de 1859 en el patio de la Academia de Bellas Artes de Brera (figura 2.57).





*Fig. 2.57. Napoleón como Marte Pacificador. Copia en bronce de los hermanos Righetti, del original en mármol de Antonio Canova. Bronce. 1811. 250 cm de altura. Brera Academia de Bellas Artes. Milan. Tomada de: <http://hadrian6.tumblr.com/post/139317729602/napoleon-as-mars-the-peacemaker-1810-antonio>.*

Por otro lado, Auguste Rodin (1840-1917), fue posiblemente el escultor más importante de su tiempo, por lo que supuso en cuanto a renovación del lenguaje escultórico, abriendo las puertas a la escultura

contemporánea. El prestigio público que tuvo Rodin le felicitó realizar varias obras monumentales conmemorativas, el primero de ellos fue “Los burgueses de Calais” (figura 2.58), según (Reyero, 2006) fue en el honor de Eustache de Saint-Pierre y sus cinco compañeros entregados al rey inglés Eduardo III durante el sitio de la ciudad.



*Fig. 2.58. Los burgueses de Calais. Auguste Rodin. Bronce. 1885-1895. 219.5x 266cm. Museo Rodin, Paris, Francia. Adaptada de [http://arelarte.blogspot.com.es/2016/10/los-burgueses-de-calais-testigos-de-la\\_31.html](http://arelarte.blogspot.com.es/2016/10/los-burgueses-de-calais-testigos-de-la_31.html)*

Sin embargo, realizó una serie de obras maestras que no llevo a cabo, entre las que destaca sobremanera las “Puertas del Infierno” (figura 2.59), realizadas entre 1880-1917) una de las maravillas del escultor, de las que sí se extrajeron varias esculturas importantes que cobraron relevancia por sí mismas. Las primeras dos versiones de bronce se encargaron en siglo XX en el año 1928 por Jules E. Matsbaum, para el

Museo de Rodin en Paris y Filadelfia (Le Normand-Romain, 1986). La obra también fue fundida en la fábrica de fundiciones Alexis Rudier en 1928, para las colecciones del museo.



*Fig. 2.59. Las Puertas del Infierno. Auguste Rodin. Bronce. Realizadas entre 1880-1917. 635 cm x 400 cm x 85 cm. Museo Rodin, Paris, Francia. Tomada de: <http://www.musee-rodin.fr/es/colecciones/esculturas/la-puerta-del-infierno>.*



Entre las esculturas que partieron del conjunto de las “Puertas del Infierno” para constituirse en obras independientes podemos destacar “Las tres sombras” (figura 2.60). Auguste Rodin realizó varios estudios de esa obra, y terminó la obra con tres figuras en bronce que parecen entre sí y rodeando a un punto, se fundió en la fábrica de fundiciones Alexis Rudier en 1928, para las colecciones del museo.



*Fig. 2.60. Las tres sombras. Auguste Rodin. Bronce. 1881–1886. 97 cm x 91.3 cm. Museo Rodin, Paris, Francia. Adaptada de: <http://www.musee-rodin.fr/es/colecciones/esculturas/las-tres-sombras>.*

Sin embargo, quizá la obra más icónica del maestro que surge de las “Puertas del Infierno” es “El Pensador” (figura 2.61), fue concebida

originalmente para coronar el conjunto y se trata de una representación del poeta Dante que medita sobre su obra (Néret, 2002).

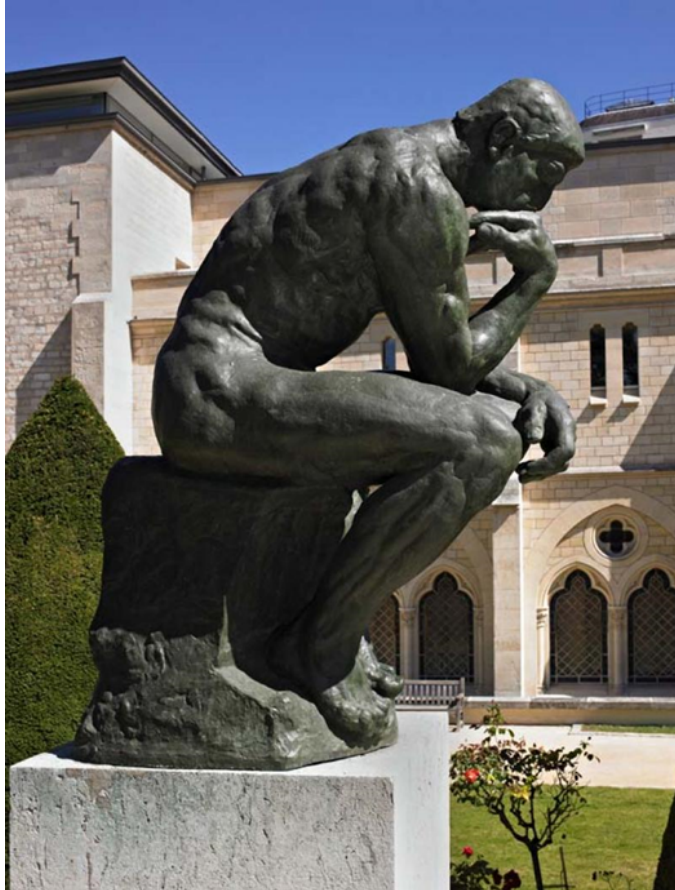


Fig. 2.61. *El pensador*. Auguste Rodin. Bronce. 1903. 180 x 98 cm, Museo Rodin, Paris, Francia. Tomada de: <http://www.musee-rodin.fr/es/colecciones/esculturas/el-pensador-0>

Además de Rodin, podemos destacar otros escultores relevantes que trabajaron el bronce en esta época, como Christian Daniel Rauch (1777-1857), escultor alemán del Neoclasicismo, con obras como como “*El mariscal Blücher*” (figura 2.62) o el francés Antoine-Louis Barye (1796-1875), especializado en esculturas animales, con “*Tigre devorando un gavia*” (figura 2.63), realizada en 1831.



Fig. 2.62. El Mariscal Blücher. Christian Daniel Rauch. Bronce. 1824. Tamaño mayor del natural. Antiguo Berlín Oriental. Tomada de: [http://www.goruma.de/export/sites/www.goruma.de/Globale\\_Inhalte/Bilder/Content/B/Berlin/Berlin\\_Bekannte\\_Personen\\_Bluecherdenkmal\\_in\\_Berlin\\_1\\_1600.jpg](http://www.goruma.de/export/sites/www.goruma.de/Globale_Inhalte/Bilder/Content/B/Berlin/Berlin_Bekannte_Personen_Bluecherdenkmal_in_Berlin_1_1600.jpg).



Fig. 2.63. Tigre devorando un gavial. Antoine-Louis Barye. Bronce. 1831. 99 cm. Museo del Louvre, París. Tomada de: <http://www.plasticayarte.com/2013/01/antoine-louis-barye.html>

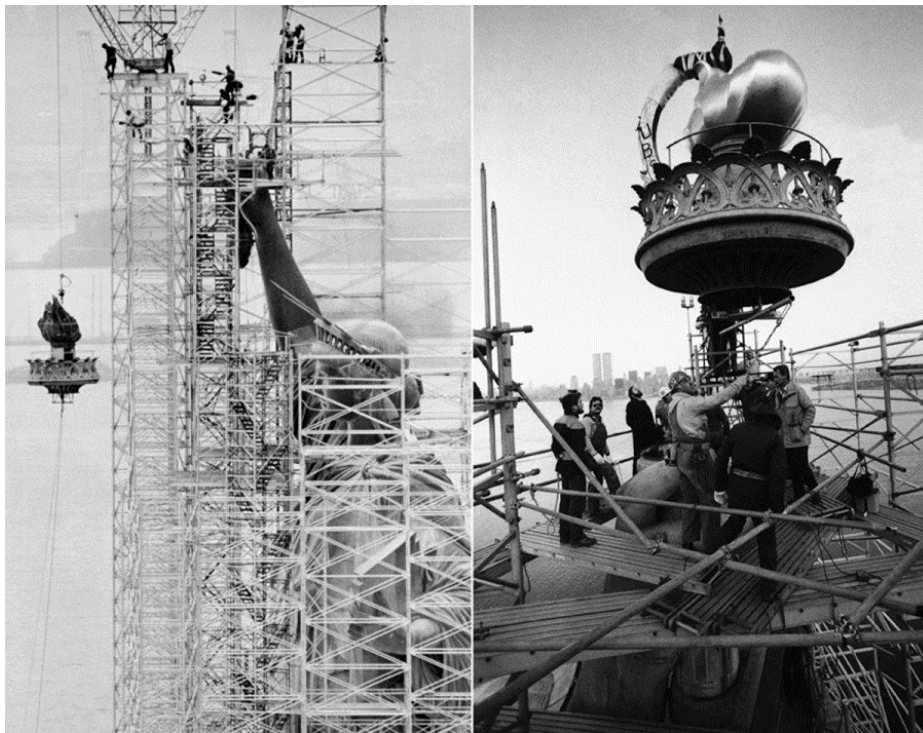


Por otro lado, los escultores europeos no solo realizaron sus estatuas de conmemoración dentro los territorios europeos, sino que también desarrollaron importantes trabajos en Estados Unidos. Entre las obras realizadas en este país destaca, por su monumentalidad, calidad técnica y simbolismo, la “Estatua de la Libertad” (figura 2.64). Allí el escultor francés Frédéric Auguste Bartholdi (1834-1904), empezó el proyecto en el año 1865, lo terminó el año 1876 y la inauguración fue diez años después, en 1886. Fue un regalo del pueblo francés al estadounidense, para la conmemoración del centenario de la independencia de América del Norte. Con el paso del tiempo se ha convertido en un símbolo mundial de la libertad y la democracia.



*Fig. 2.64. La estatua de la Libertad. Frédéric Auguste Bartholdi. Cobre repujado. 1875-1886. 93 m de altura aproximadamente, peso de 225 toneladas. La Isla de Bodloe. Tomada de: <https://es.pinterest.com/explore/estatua-de-la-libertad/>.*

La estructura de hierro fue diseñada por ingeniero Gustave Eiffel, antes de la realización de su famosa Torre Eiffel. El armazón de hierro surge de un pilar central (figuras 2.65 y 2.66), formado por cuatro traviesas extendidas desde la base hasta la nuca del monumento, a las que se unen unas barras de hierro arqueadas en forma de espiral continuando la forma de la efigie. Con el objeto de subsanar la corrosión que se produciría por el contacto el cobre y el hierro, las láminas que sirve de cubierta cuelgan sobre esta columna a través de soportes de cobre, protegidos por un aislante.



*Fig. 2.65. Fases de la realización de la estructura de la Estatua de la Libertad. Frédéric Auguste Bartholdi. Cobre repujado. 1875-1886. 93 m de altura aproximadamente, peso de 225 toneladas. La Isla de Bodloe. Tomada de: <https://www.tes.com/lessons/l1K0qhVUhaU6wA/statue-of-liberty-engineer-challenge>.*





*Fig. 2.66. La estructura interior de la Estatua de la Libertad. Frédéric Auguste Bartholdi. Hierro. (1875-1886). 93 m de altura aproximadamente, peso de 225 toneladas. La Isla de Bodloe. Tomada de: <https://www.tes.com/lessons/l1K0qhVUhaU6wA/statue-of-liberty-engineer-challenge>.*

Esta estructura de hierro es la más alta construida hasta hoy en día en un trabajo escultórico. El monumento consta de 28117 kilos de cobre repujadas a mano. La estatua fue concluida por partes en los talleres de la empresa Gaget, Gauthier et Cie, en París. El proceso y las técnicas utilizadas de la realización de la estatua combinaron técnicas de ingeniería modernas y técnicas escultóricas tradicionales. Acerca de la técnica y el proceso de repujado que utilizó Bartholdi, profundiza Campos (2014):

*“El método utilizado por Batholdi, para la creación de la imagen, fue el repujado. Esta es una técnica en la cual se da forma al metal, martillándolo, encima de molduras de madera esculpidas. Así, despedazó en secciones su patrón maestro, e hizo cuantiosas mediciones previas al modelado en yeso. Fueron labrados, por lo tanto, moldes de madera, idénticos a las réplicas y, con ellos se repujaron las láminas.”*

De esta manera, tradición y vanguardia, escultura, arquitectura e ingeniería se unieron para materializar una obra que se ha convertido en todo un símbolo del mundo moderno.

Por otra parte, el siglo XIX fue un siglo convulso, donde los cambios influyeron con gran rapidez también a la orfebrería y la joyería. Además del influjo de lo clásico, se comenzaron a dejar sentir influencias ajenas a la cultura europea, y, con ella un cambio en la forma de lucir las joyas, que adaptaron formas diversas. Según Arbeteta (1998) se recuperaron formas de culturas antiguas como el antiguo Egipto, redescubierto en las campañas napoleónicas; también del mundo romano, excavado en Italia, así como la civilización etrusca, cuyas joyas asombraron por su calidad. Se retomaron técnicas olvidadas en Europa como el granulado, consiste en aplicar sobre una lámina de oro pequeñísimas esferas también de oro, puestas una al lado de otra y soldadas entre sí hasta formar una grandísima variedad de decoraciones; las esferitas o "granos" se obtenían cortando trozos de hilo de lámina, puestos en un crisol, entre capas de polvo de carbón y fundentes; al poner el crisol sobre el fuego y al alcanzar el calor el punto de fusión del oro, los trozos de hilo y de lámina se funden tomando formas esféricas. A todo esto hay que sumarle también la influencia del estilo gótico.

En este siglo resurgió la orfebrería con grandes diseñadores de joyas y accesorios como empuñaduras de bastones, abanicos o marcos de cuadros con abundancia de colores y nuevos materiales combinando el oro, esmalte y las piedras preciosas. En España destacaron varios ejemplos de joyería hechas por joyeros famosos como Narciso Práxedes Soria (1786-1854) y Manuel de Diego Elvira (muerto en 1862, figura 2.67).



*Fig. 2.67. Corona, rostrillo y halo. Narciso Práxedes Soria y Manuel de Diego Elvira. Oro, plata, diamantes, topacios; fundido, cincelado, engastado, dorado. 1852. 16 x 14 cm diámetro (corona de la Virgen); 8,5 x 6,5 cm diámetro (corona Niño); 60 x 56 cm diámetro (halo); 25 x 15 cm (rostrillo). Palacio Real de Madrid. Adaptada de: <http://www.patrimonionacional.es/colecciones-reales/categorias/detalles/8193/Corona%20de%20Nuestra%20Se%C3%B1ora%20de%20Atocha/360>.*

Por su parte, en Francia destacó la casa francesa Chaumet, con ejemplos como la Diadema de Jean-Baptiste Fossin, de 1830 (figura 2.68), realizada en oro, plata y diamantes. Esta diadema fue adquirida por Francis Russell, 7º duque de Bedford, para su esposa Anna-Maria.



*Fig. 2.68. Diadema de Jean-Baptiste Fossin. Chaumet. Oro, plata y diamantes. 1830. 14cm de diámetro aproximadamente. La casa francesa Chaumet. Tomada de: <http://losmontesdepiedad.es/los-diamantes-sinteticos-suponen-ya-2-3-la-produccion-mundial/>.*

## 2.9. ÉPOCA CONTEMPORÁNEA

Hasta finales del siglo XIX, el desarrollo de aleaciones nuevas era en gran parte un proceso de pruebas, se hacían mezclas distintas, con nuevos ingredientes y se analizaban los diversos efectos y los resultados, reconociéndose la importancia de las condiciones del proceso. Ya en el siglo XX, algunos pioneros como los británicos WC. Roberts-Austen (experto en la producción de metales), y H.C. Sorby (geólogo), sentaron las bases de una nueva ciencia de la metalurgia basada en relacionar las propiedades de los metales con su composición y estructura física, especialmente a nivel microscópico, así como con procesos de tratamiento físico tales como el martilleo y la exposición al calor.

A su vez, la innovación metalúrgica influyó también en el campo del arte, fundamentalmente en la escultura. Por un lado, el bronce continua siendo un material muy importante en el campo de la escultura de todo el s. XX hasta la actualidad, utilizándose las técnicas tradicionales a la cera perdida tanto macizas (tamaños pequeños) como en hueco (piezas de mayor tamaño). Además se mejoran los sistemas de fundición a la arena, utilizándose arenas silíceas de alta calidad, completándose todos estos procesos con avances técnicos como la soldadura de hilo continuo y otras herramientas eléctricas que facilitan las labores de repaso (amoladoras, radiales, fresas de repaso, tornos y microtornos, etc.).

Entre los escultores relevantes que trabajaron con bronce podemos destacar a Giacometti (1901- 1966), el más destacado dentro de la corriente existencialista, como puede observarse en su obra “cabeza de Diego” (figura 2.69), o al inglés Henry Moore (1898-1986), cuya obra



oscila entre las formas orgánicas y el inicio hacia la abstracción del cuerpo, como puede observarse en su obra “Madre reclinada vestida y el niño” (figura 2.70), bronce fundido en el año 1985.



*Fig. 2.69. Cabeza de Diego. Alberto Giacometti. Bronce. 1957. 38.8 cm de altura. Colección privada. Tomada de: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/73/06/f9/7306f9f1a0354e99b8d2c722bea2ba53.jpg>.*



Fig. 2.70. *Madre reclinada vestida y el niño*. Henry Moore. Bronce. 1985. 139.7 × 265.4 × 144.8 cm, 1170.2803 kg de peso. Parque botánico de Nueva York. Tomada de: <http://www.lapresse.ca/debats/vos-reactions/201005/03/01-4276729-une-generation-de-mamans-differente-vos-commentaires.php>.

Por otra parte, el hierro y el acero han sido dos de los principales metales que se han incorporado a la escultura en el siglo XX. El acero es una forma purificada de hierro, pero los dos metales, hasta la segunda guerra mundial, son difíciles de distinguir en sus aplicaciones escultóricas, pues casi siempre cuando se hablaba del hierro como el nuevo material escultórico en muchas ocasiones se trataba en efecto de acero. Según Chilvers (2001):

*“El acero combina entre la fortaleza del hierro forjado y la maleabilidad del hierro colado. “Corten” es el nombre de un tipo de acero muy popular entre*

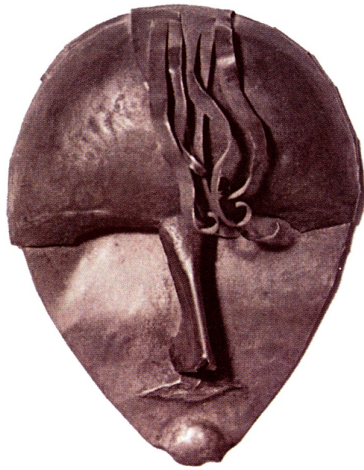
*los escultores contemporáneos. Contiene una pequeña cantidad de cobre y adquiere una pátina que resiste corrosión”*

Sobre el uso del hierro y acero en el campo de la escultura afirma Schneckenburger (2005):

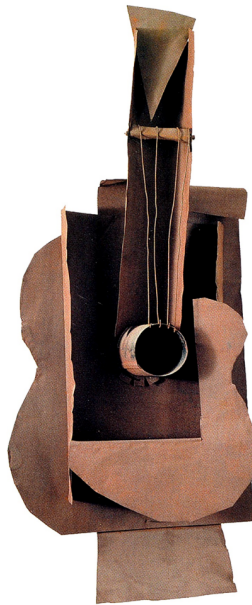
*“En el siglo XIX, el hierro y el acero eran los materiales utilizados por los ingenieros más innovadores para sus arriesgados proyectos. Tras 1950, su estética característica se expandió por el mundo escultórico en forma de esculturas asimétricas, erguidas y radicales, de “dibujos de alambre en el espacio” y de bloques alineados en torno a un eje. El metal se fundía y se martilleaba, se cortaba y se soldaba. Allá donde se hallaban huellas, nudos o cicatrices del martillo, las tenazas o el soplete, allá donde la tensión del hierro y del acero indicaban aspectos conceptuales, compositivos gestuales de la obra, existía sin duda un grupo de artistas independiente. Quienes ensamblaron esculturas y buscaron materiales en desguaces y tiendas de recambios también formaban parte integral del grupo.”*

El escultor moderno que utilizó primero el hierro, según Chilvers (2001), fue el español Pablo Gargallo (1881-1934), que en 1907, realizó pequeñas máscaras de hierro (figura 2.71) que, posteriormente, inspiraron a Pablo Picasso (1881-1973), para realizar su obra “Guitarra” (figura 2.72), considerada como la primera obra realizada en acero con planchas de metal y alambre.



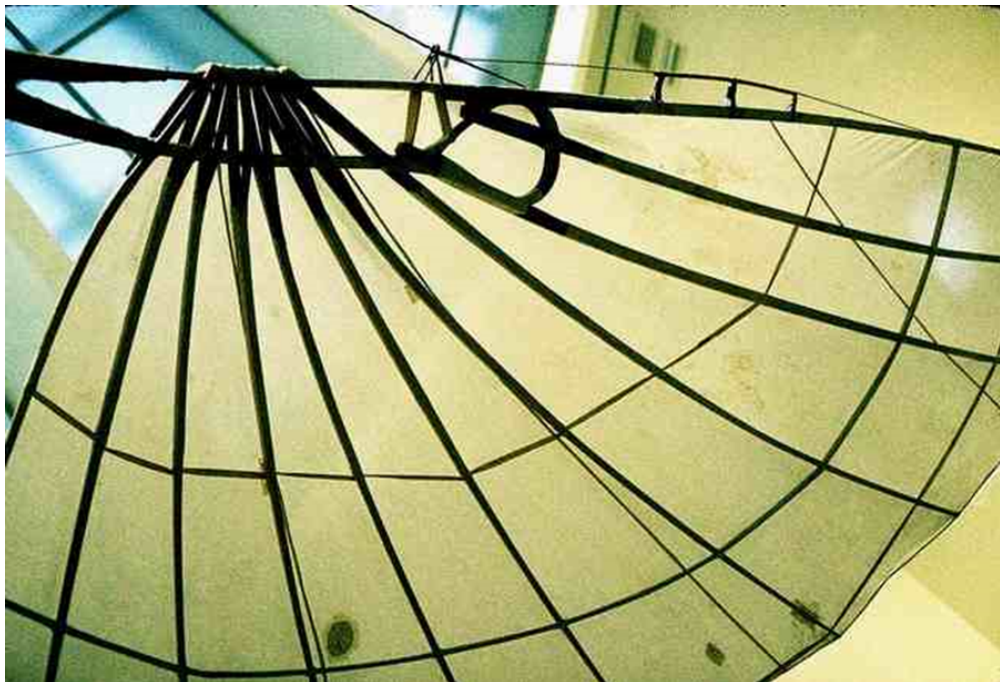


*Fig. 2.71. Pequeña máscara con mechón. Pablo Gargallo  
1907. Chapa de cobre, (8 x 6 x 2,6 cm). Adaptada de:  
<http://espablogargallo.blogspot.com.es/2014/03/pequena-mascara-con-mechon.html>*



*Fig. 2.72. Guitarra. Pablo Picasso. Acero con planchas de metal y alambre. 1912-1913.  
77,5 x 35 x 19,3 cm. Museo de Arte Moderno, Nueva York. Adaptada de:  
<http://www.slobidka.com/pablo-picasso/127-picasso-guitarra.html>.*

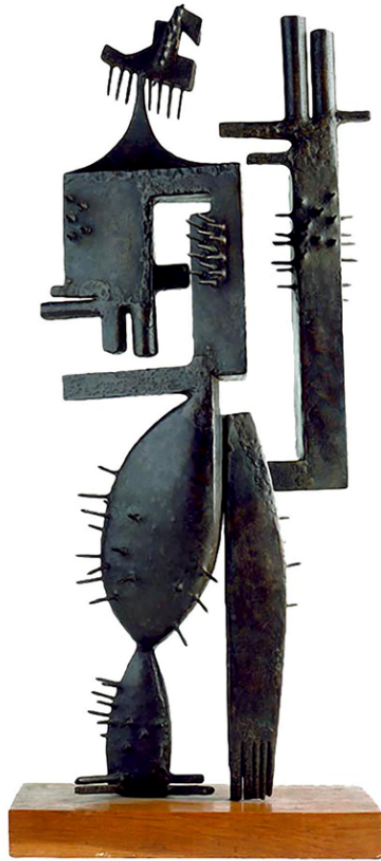
Por otro lado, los experimentos artísticos de trabajar el metal de Picasso inspiró a Vladímir Tatlin (1885-1953), pintor y el escultor ruso fundador del “Constructivismo”, que, aprovechando su relación con la ingeniería, ve en el acero, junto a otros materiales modernos, un material idóneo para crear obras de formas que expresen la época de las máquinas, como en el caso de su obra Letatlin (maqueta, figura 2.73) o en su famoso Monumento a la Tercera Internacional, que estaría formado por una gran estructura de hierro y acero, del cual sólo llegó a materializar una maqueta.



*Fig. 2.73. Letatlin (maqueta). Vladímir Tatlin. Madera, metal, hueso de ballena. 1932. 847 x 634 cm. Museo de la Fuerza Aérea. Manino. Tomada de: <http://www.epdlp.com/cuadro.php?id=927>.*

Sin embargo, no se puede hablar de hierro del campo del arte del siglo XX sin hacer referencia a Julio González (1876-1942), posiblemente

el exponente más importante de la escultura en hierro. González procedía de una familia que trabajaba la metalurgia (su padre tenía un taller de orfebrería y forjado). González inspiró a muchos escultores modernos por sus dibujos, esculturas y técnicas a lo largo del siglo XX. De las mejores obras en acero de González podemos destacar "Monsieur Cactus" (figura 2.74).



*Fig. 2.74. Monsieur Cactus. Julio González. Hierro fundido soldado. 1939-1940. 65,5 x 27,5 x 15,5 cm. Colección del Guggenheim. Tomada de: <http://juliogonzalez.org/en/catalogue/monsieur-cactus-homme-cactus-i-mister-cactus-cactus-man-i/>.*

González fue quien le enseñó a Picasso la soldadura autógena, técnica que consistía en unir las piezas de metal derretidas con la ayuda de un soplete (Chilvers, 2001). Esa técnica facilitó a Picasso la realización de sus obras de construcciones abiertas. De hecho, colaboró en muchas obras de Picasso, y otras fueron realizadas por Picasso en el taller del propio González aprovechando de los materiales y elementos encontrados en el mismo, ensamblados mediante forjado y soldadura gracias al oficio de González. La colaboración de los dos españoles da origen a la tradición moderna de la escultura en hierro. Como ejemplo de esta colaboración podemos destacar "*Mujer en un jardín*", concebida como homenaje a Guillaume Apollinaire, el poeta amigo de Picasso. Picasso realizó un primer ejemplar de esa obra en hierro pintado en blanco en el año 1929, situada en el Museo de Picasso, París. La obra definitiva, realizada mediante soldadura de las piezas de bronce fundido, contiene algunas variantes con respecto a la primera versión. Más tarde encargó a su amigo González la realización de una copia de esa obra en bronce realizada con la técnica soldadura autógena y patinado, de la que hay sólo hay una copia, situada en el Museo Reina Sofía (figura 2.75).



*Fig. 2.75. Mujer en un jardín. Pablo Picasso colaboración con Julio González. Bronce soldado. 1930-1932. 209,6 x 116,8 x 81,3 cm. Museo Reina Sofía. Tomada de: <http://www.museoreinasofia.es/coleccion/obra/femme-au-jardin-mujer-jardin>.*

Otro de los escultores españoles más destacados que trabajaron el hierro utilizando nuevas técnicas es Eduardo Chillida (1924-2002). Su relación con el hierro comienza en los veinte años cuando empieza a formarse como soldador experto en el taller de Víctor Garmendia en Hernani (Uriarte, 2003). En el año 1951 Chillida empezó a trabajar con hierro forjado en piezas que se apoyan sobre sí mismas o sobre soportes de piedra o madera, como en el caso de la obra Ilarik (figura 2.76). En el

año 1952 comenzó a buscar al hierro pudelado, más resistente a la oxidación por contener mayor porcentaje de carbono y azufre. Chillida conocía la soldadura autógena utilizada por los escultores precedentes, pero prefirió centrarse en el trabajo de forja tradicional, más asentada en el mundo rural del que procedía, un trabajo de lucha directa con el hierro rojo al vivo a golpe de martillo (De Barañano, 2002). Poco después, en 1954 realizó las cuatro puertas de la basílica de Nuestra Señora de Aránzazu (figuras 2.77 y 2.78).



*Fig. 2.76. Ilarik. Eduardo Chillida. Hierro forjado apoyado sobre madera. 120 cm de altura aproximadamente. 1951. Chillida-Leku. Tomada de:*  
[http://elpais.com/elpais/2014/10/30/album/1414680878\\_310254.html#1414680878\\_310254\\_1414683339](http://elpais.com/elpais/2014/10/30/album/1414680878_310254.html#1414680878_310254_1414683339).





*Fig. 2.77. Las puertas de la basílica Nuestra Señora de Aránzazu. Eduardo Chillida. Hierro. Aproximadamente 250 cm cada puerta. 1954. Oñate, Guipúzcoa, País Vasco (España). Los apóstoles situados sobre las puertas son obra de Jorge Oteiza. Tomada de: <http://curiososlugares.blogspot.com.es/>.*



*Fig. 2.78. Las puertas de la basílica Nuestra Señora de Aránzazu (detalle). Eduardo Chillida. Hierro. 1954. Oñate, Guipúzcoa, País Vasco (España). Tomada de: <http://bertan.gipuzkoakultura.net/bertan3/argazkiak/g/46-2.jpg>.*



Por otro lado, la obra de Chillida comienza a cobrar una dimensión monumental gracias a su relación con los altos hornos de Vizcaya de fundir el hierro (figura 2.79) que permitieron a Chillida realizar obras de grandes dimensiones como su obra famosa el “*Peine del Viento*” (figura 2.80)



*Fig.2.79. Eduardo Chillida y su equipo trabajando en los altos hornos de Vizcaya, Tomada de: De Barañano, K., & Uriarte, J. (2003). El Artista en su Taller.*



*Fig. 2.80. Peine del Viento. Eduardo Chillida. Hierro fundido. 1977. 30000 kg peso en total, 10000 kg el peso de cada escultura aproximadamente. San Sebastián. Tomada de: <http://dimetilsulfuro.es/2016/11/03/el-peine-del-viento-de-chillida-materia-forma-y-lugar/>.*

Otro de los artistas más relevantes del s. XX cuyo trabajo principal está basado en el hierro es el estadounidense Richard Serra (nacido en 1939), que ha trabajado con acero patinable o “corten”, que tiene muy buena resistencia a la corrosión, por incluir cobre y cromo en su aleación. Gran parte de su obra monumental consiste en gigantescas planchas de metal que irrumpen y condicionan el espacio. Este el caso de su obra “*La materia del tiempo*” (figura 2.81) situada en el Museo Guggenheim de Bilbao, formada por una serie de ocho esculturas de tamaños variables hechas de acero patinable.



*Fig. 2.81. La materia del tiempo. Richard Serra. Acero patinable. 1994–2005. Tamaño variable. Guggenheim Bilbao Museo. Tomada de: <https://www.guggenheim-bilbao.eus/obras/la-materia-del-tiempo/>.*

Además de estos metales que entroncan con la tradición, durante el s.XX los avances técnicos en el procesamiento de otros metales fueron aplicables al campo del arte. Este es el caso del zinc. El zinc es un metal de color blanco, es el cuarto metal de uso frecuente, después del hierro, el aluminio y el cobre, y las aleaciones a base zinc se utilizan ampliamente en la fundición a presión. El moldeo a presión es el proceso de fabricación para piezas metálicas en el cual el metal líquido (no ferroso) es fundido y posteriormente inyectado en un molde (llamado matriz) a alta presión (Kalpakjian y Schmid, 2002). Las máquinas

utilizadas para fundir a presión material como el zinc son conocidas como máquinas de cámara fría en las que, según Groover, (1997):

*“el metal fundido procedente de un contenedor externo para colar, se vacía en una cámara sin calentar y se usa pistón para inyectar el metal a alta presión en la cavidad del dado. Las presiones de inyección usadas en estas máquinas van típicamente de 2000 a 20000 lb/pulg<sup>2</sup> (14 a 149 MPa). La velocidad del ciclo no es tan rápida con el respecto a las máquinas de cámara caliente, debido a que es necesaria una cuchara de colada para vaciar el metal líquido desde una fuente externa en la cámara”.*

Esta técnica se utiliza, en el campo de la industria para realizar una gran variedad de productos como bombas combustibles, parrillas de automóviles, hebillas y otras piezas para ropa y complementos, llaveros, etc. Dentro del campo del arte, podemos destacar al escultor Jorge Oteiza (1908- 2003), como uno de los artistas contemporáneos que han realizado algunas obras en zinc fundido, entre las que destacamos su obra *“La mujer de Lot”* (figura 2.82).



*Fig. 2.82. Mujer de Lot. Jorge Oteiza (1908- 2003). Fundición de Zinc. 1949. 53 x 22 x 14 cm. San Sebastián. Adaptada de: <http://www.unav.es/imagenes-museo/MJH/JPG/MJH-013.jp>.*

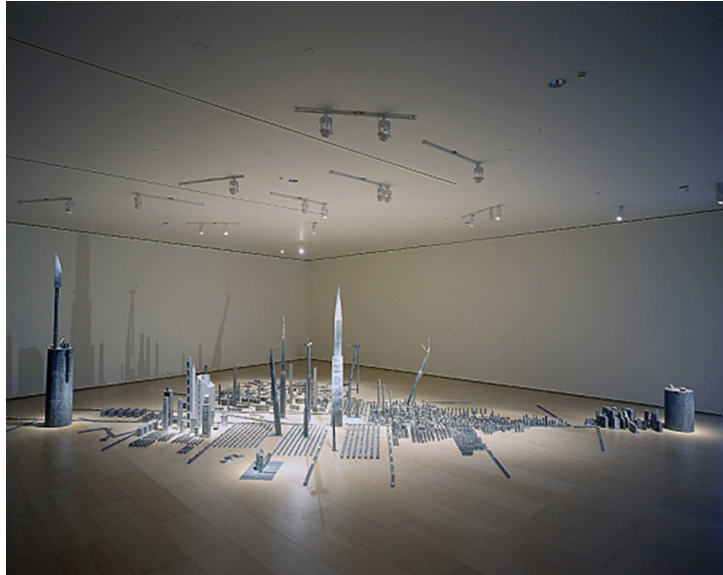
Otro de los metales más utilizados tanto en la industria como en el campo del arte es el aluminio. El aluminio es un metal resistente y ligero. Por otro lado, tiene el punto de fusión (660,3 °C) mucho más baja que el bronce y es mucho más barato que el bronce. Adquiere un pulimento que recuerda la plata de la mejor calidad, pulimento que puede conservarse temporalmente con buen barniz. Sin embargo tiene tendencia a oxidarse particularmente al aire libre tomando un color gris bastante mortecino, y no responde fácilmente a los tratamientos coloreantes (Midgley, 1982).



Según Alegre (2016), en la escultura contemporánea el aluminio ha sido empleado por artistas de la talla de Donald Judd (1928 - 1994), que en su producción minimalista mezcla aluminio galvanizado con hierro, Louise Bourgeois (1911 - 2010), en obras como *The couple* (figura 2.83), Miquel Navarro (1945) en su obra de zinc y aluminio *Ciudad Muralla* (figura 2.84) o Manolo Valdés (1942) en obras como *La mariposa La pamea* (figura 2.85).



*Fig. 2.83. The Couple. Louise Bourgeois. Aluminio. 2003. 121,9 x 66 x 38,1 cm. Colección The Easton Foundation Foto: Christopher Burke, Autorizado por VEGAP, Málaga. 2015. Adaptada de: <http://www.museopicassomalaga.org/exposiciones-temporales/louise-bourgeoishe-estado-en-el-infierno-y-he-vuelto>.*



*Fig. 2.84. Ciudad Muralla. Miquel Navarro. Aluminio y zinc. 1995 – 2000. Dimensiones de ubicación específica Guggenheim Bilbao Museo. Tomada de: <https://www.guggenheim-bilbao.eus/exposiciones/miquel-navarro-ciudad-muralla/>.*



*Fig. 2.85. La pamea. Manolo Valdés. Aluminio. 2016. 436 x 730 x 650 cm. Foto tomada de: <http://www.manolovaldesvalencia.com/images/manolovaldes-1.jpg>.*



A su vez, el aluminio sigue estando presente en la obra de artistas mucho más jóvenes como Byoungcho Kim (1974), que utiliza el aluminio para realizar gran parte de su trabajo escultórico, como puede observarse en su obra "A Host" (figura 2.86)

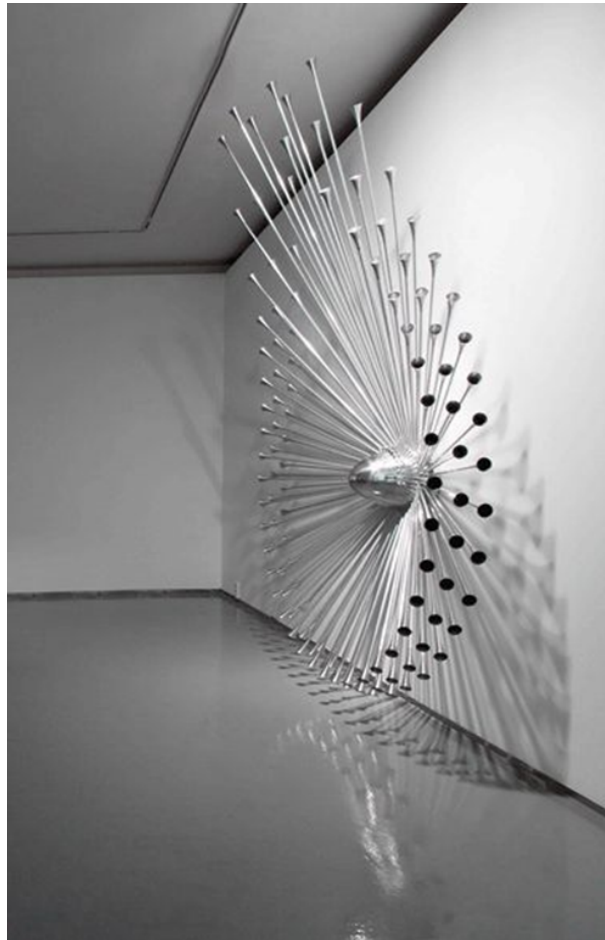


Fig. 2.86. "A Host". Byoungcho Kim. Aluminio. 180 x 60 x 290 cm. 2009. Tomada de: <https://cl.pinterest.com/pin/289919294743308904/>.

## 2.10. CONCLUSIONES PARCIALES

Se pueden señalar algunos aspectos relevantes:

1. El nacimiento de la metalurgia y el uso de la fundición de metales marcan un hito en la evolución de las sociedades humanas. La metalurgia se convierte en la tecnología punta de las primeras sociedades que la desarrollan e influye de forma directa en numerosos aspectos de las mismas (producción y mejora de herramientas, armas, objetos cotidianos, religiosos, votivos, etc.).
2. Los procesos metalúrgicos van evolucionando paulatinamente, constituyendo una importantísima baza en el desarrollo de las primeras grandes civilizaciones, como el caso de Mesopotamia o Egipto, alcanzando en la cultura Griega y el Imperio Romano altos niveles de sofisticación técnica, que tendrán su reflejo en las parcelas industrial y artística (especialmente en escultura). De esta manera, todos los avances técnicos llevados a cabo en el ámbito de la fundición de metales han influido directamente en las manifestaciones artísticas de cada época, permitiendo, con la mejora de las materias primas (cobre y bronce en los inicios; hierro, oro, plata, aluminio o cinc a lo largo del tiempo) y de los procesos de trabajo de las mismas, adecuar las técnicas de trabajo del metal y de la fundición a los principios estéticos de cada época.

3. Las fundiciones de bronce en los casos de Grecia y Roma supusieron un paradigma de perfección técnica y altísimo nivel realista.
4. Durante la Edad Media, desde la época bizantina, las técnicas metalúrgicas experimentaron un retroceso y estancamiento. En esta época la fundición de metal (bronce e hierro) se utilizó en menor medida en manifestaciones artísticas, centrándose más en la obtención de armas y objetos al servicio de la iglesia, tales como campanas o puertas donde la escultura, a través del relieve, sí tuvo mayor presencia). Sin embargo sí fueron prolíficos los trabajos de orfebrería con metales preciosos como oro y plata, utilizados como elementos distintivos por las capas altas de la sociedad.
5. El Renacimiento trae consigo, al igual que en otros muchos campos del saber humano, una recuperación e implementación de las técnicas metalúrgicas y de fundición, ampliándose las forjas tradicionales, gracias a la mejora del sistema de fuelles movidos por energía hidráulica y la creación del alto horno. Además, en la industria armamentística el bronce queda finalmente relegado por el hierro, más resistente. Todas estas mejoras de las técnicas tradicionales, que en el campo artístico acarrearán grandes niveles de virtuosismo técnico, se prolongan durante los siglos XVII y XVIII (las transformaciones en los diferentes modos de tratamiento del material de base se perfilan desde finales del siglo XVII y la aparición de instrumentos mecánicos más eficaces vienen provocadas por la utilización

del carbón mineral en lugar de utilizar el carbón vegetal), siendo a finales del s. XVIII y plenamente en el s. XIX, con la Revolución Industrial, cuando se produzcan verdaderos cambios en el tratamiento del metal. En el siglo XIX, por primera vez se utilizan nuevas técnicas como la galvanoplastia y el vaciado en zinc. El uso del hierro fundido y soldado pasa a utilizarse también en campos arquitectónicos y escultóricos.

6. En el siglo XX continúan las mejoras técnicas, desarrollándose una nueva ciencia de la metalurgia basada en la relación de las propiedades de los metales con su composición y estructura física, especialmente a nivel microscópico (gracias a las investigaciones de expertos como WC. Roberts-Austen y H.C. Sorby). A nivel artístico el bronce continuó siendo un metal importante para la escultura, pero otros metales, acero, hierro zinc y aluminio, ocuparon un importante espacio en la producción escultórica debido a mejoras técnicas en el tratamiento de estos metales (mejora en los sistemas de fundición a la arena o fundición a la cera perdida) y a otros avances técnicos que facilitaron el trabajo con estos metales (desarrollo de la soldadura de hilo continuo y otras herramientas eléctricas que facilitan las labores de repaso como amoladoras, radiales, fresas, tornos, microtornos, etc.).

De esta manera, la importancia del metal en el desarrollo de la civilización humana, tanto a nivel industrial como en sus manifestaciones artísticas, es realmente incalculable, constituyendo uno de los verdaderos pilares sobre el que se sustenta la civilización.



**3**

**LAS TÉCNICAS ARTÍSTICAS DE  
FUNDICIÓN**





## **3. LAS TÉCNICAS ARTÍSTICAS DE FUNDICIÓN**

### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Como se ha relatado en el primer capítulo, los comienzos de la fundición de metales pueden situarse en torno del 4000 a.C, cuando se mejoran los usos del fuego y se produce la fusión de los primeros metales, comenzando la experimentación con metales fáciles de controlar que se encontraban en la naturaleza (oro, cobre y plata). Las mezclas de estos metales dieron lugar a las primeras aleaciones, provocando la evolución y el avance en la metalurgia en la antigüedad, promovidos por las necesidades de supervivencia que buscaba el hombre en esa época. De esta forma se fueron creando armas, utensilios y herramientas necesarias, obtenidos a través de moldes rudimentarios que iban mejorando paulatinamente junto al refinamiento en el uso de los diferentes metales y aleaciones para conseguir objetos fundidos.

Por otro lado, mucho tiempo después, ese mismo impulso de búsqueda de resultados de los primeros procesos de fundición históricos, fue el que provocó su aplicación a las necesidades artísticas, sobre todo en el ámbito escultórico, contribuyendo también a la mejora de técnicas y el desarrollo de nuevos procesos en el campo de la fundición. Y la evolución tecnológica, industrial y artística ha jugado y está jugando un papel importante en los procesos de elaboración de objetos fundidos, mejorando calidades, resistencia y economía.

En este capítulo se abordan las técnicas más comunes usadas en la fundición artística hoy en día, los moldes, el método y el proceso de cada técnica.

## 3.2. LA FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

### 3.2.1. Introducción

El proceso de la cera perdida se hizo importante tanto en el campo artístico como en el campo industrial.

Históricamente, la tradición de este proceso metalúrgico de fundición a la cera perdida en el ámbito artístico, pertenece a Mesopotamia (como se señala en el segundo capítulo), alcanzando grandes niveles de desarrollo en época griega, pudiendo percibirse la habilidad y el dominio de ese proceso metalúrgico a través de las pequeñas piezas destacadas que han llegado hasta nuestros días tanto de la cultura mesopotámicas como de la griega. En este sentido hay que destacar fundamentalmente la época Helenística, cuando se descubrió el proceso de moldes por piezas. Posteriormente, en época romana se produce un refinamiento importante de las aleaciones. Las aleaciones de bronce en esta época ya se diferenciaban realmente del cobre, utilizando aleaciones nuevas, porcentajes de cobre inferiores y el estaño aparecía acompañado de plomo y cinc (Sanz, 2010).

Actualmente no ha cambiado sustancialmente el proceso de la fundición de la cera perdida, aunque siguen evolucionando y mejorándose los materiales y la tecnología utilizada. El proceso básico consiste en lo siguiente: a la figura obtenida en cera (ya sea mediante procesos de moldeo modelada directamente en cera) se le sueldan unas barritas y un embudo del mismo material, que hacen la función de bebederos (lugares por el que se vierte y se suministra el bronce) y salidas de aire. Este

conjunto, denominado árbol de fundición, es cubierto posteriormente con masa refractaria formando así el molde de fundición. Este molde se hornea a altas temperaturas, provocando que la figura de la cera, los bebederos y las salidas de aire se disuelvan y desaparezcan, quedando un hueco vacío en su lugar. A continuación se vierte el metal fundido por el embudo, y el bronce, a través de los bebederos que actúan como canales de alimentación, ocupa el lugar que previamente ocupaba la cera, parando la colada del metal al aparecer el mismo por las salidas de aire (Sanz, 2010).

Como se ha señalado, hay dos modos fundamentales para de la realización de los modelos o figuras en cera: realizar el modelo en la cera directamente, o bien, en modo indirecto, mediante procesos de moldeo y vaciado. Tradicionalmente el sistema de moldeo utilizado era mediante molde de escayola o yeso a piezas, aunque en la actualidad se trabaja fundamentalmente con moldes de silicona (con cubierta o bien de escayola o bien de resina y fibra de vidrio). Una vez realizado el molde, se limpia muy bien y se hace una copia del modelo en cera (Midgley, 1993).

Hay varios métodos para obtener el modelo en cera (Lozano, 2011):

- **Tirada por volteo:** la cera en estado líquido se vierte en el interior de un molde, el cual se voltea despacio en todas direcciones para formar una capa que se va ganando en grosor a medida que la cera va enfriando.

- **Vaciado de estratificado de cera por estampación o impresión:** consiste en aplicar la cera con un pincel suave hasta alcanzar el grosor deseado. Las primeras capas son aplicadas mediante brocha o pincel para obtener una óptima calidad de copia. Posteriormente, para conseguir el grueso adecuado, suele utilizarse la técnica de apretón para ir conformando el grosor definitivo. Para este proceso suele emplearse una cera reutilizada o de menor calidad que la de las primeras capas (figura 3.1).



*Fig.3.1. Método vaciado de estratificado de cera por estampación o impresión. Fuente: Elaboración propia*

- **Colada directa:** se obtienen ceras macizas por llenado completo el molde (figura 3.2). Esto suele emplearse en piezas de pequeño tamaño.



*Fig. 3.2. Método colada directa de cera por llenado completo al molde. Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.2. Moldes y métodos de fundición a la cera perdida**

#### **Molde de yeso**

En primer lugar hay que señalar que este tipo de moldes no es un molde refractario en sí mismo, pero sí se ha usado de forma tradicional para obtener modelos en cera. El molde de yeso o escayola ha sido

usado con mucha frecuencia a lo largo de la historia, en especial en diferentes procesos escultóricos, no sólo relacionados con la fundición. Hasta las últimas décadas, con la progresiva aparición de las siliconas y resinas, era el método (y a día de hoy continúa con total vigencia) más utilizado para hacer moldes a las esculturas previamente modeladas en barro u otros materiales plásticos. Su bajo coste y su fácil preparación lo hacían ideal. Como señalan Morral, Jimeno y Molera (1985), la escayola se ha utilizado como material de moldeo durante varios siglos. La mezcla empleada consiste en yeso calcinado, un reforzado fibroso, tal como el silicato magnésico y pequeñas cantidades de impurezas como sales y ácido clorhídrico, para acelerar el fraguado de la mezcla.

El molde tradicional de yeso se hace con yeso (sulfato de calcio), más la adición de talco y harina de sílice, que se emplea para mejorar la resistencia y el tiempo necesario para el curado del yeso. Todos estos componentes se mezclan con agua (Kalpakjian y Schmid. 2002).

El proceso de este método consiste en realizar un molde, normalmente por piezas, partiendo de un modelo de barro, terracota, plastilina, etc. Una vez fraguado el molde, se procede a la extracción del modelo. Tras ello se limpia bien y ya puede ser utilizado para ser rellenado de cera, bien mediante vertido o bien aplicada a pincel en sucesivas capas, dependiendo del grosor y tamaño de la pieza. Cuando la cera se enfría se puede proceder a su desmoldeo. Después de tener el modelo en cera ya se puede usar cualquiera de los métodos de moldeo refractarios específicos para fundición. Los más habituales se describen a continuación.



### Molde de chamota

En este proceso el molde refractario está compuesto por chamota (ladrillos u otros restos cerámicos refractarios molidos), escayola y agua, en cantidades adecuadas para obtener la densidad correcta. La mixtura debe mezclarse de la forma más homogénea posible para evitar la producción de las burbujas de aire, bien con la mano casi de la misma manera que en la preparación de una masa de escayola para pequeños moldes, o bien ayudándose de batidoras o mezcladores giratorios si se trata de grandes moldes.

Previamente, en el modelo de cera, se prepara, como en todos los procesos a la cera perdida, el sistema de alimentación, dotando al modelo de cera de un bebedero principal, bebederos secundarios y salida de gases (figura 3.3).



*Fig. 3.3. Preparación de los bebederos y la salida de gases. Fuente: Elaboración propia*

Tras ello el modelo de cera se sitúa dentro de una caja o armazón metálico donde se vierte la mezcla de chamota (figura 3.4), la cual va fraguando y endureciendo formando un molde bastante resistente para la

temperatura de la fusión del metal (Lozano, 2011). A continuación dicho molde se introduce en el para proceder a la eliminación de la cera mediante temperatura.



*Fig. 3.4. Verter la mezcla de la chamota en una caja. Fuente: Elaboración propia*

Una vez eliminada la cera, el molde está listo para la posterior colada del metal fundido (figura 3.5), que ocupará el vacío que ha dejado la cera. Finalmente, tras la colada y posterior enfriamiento del metal, se extrae la figura del molde (generalmente rompiendo con cuidado el exterior del molde) y se procede a la limpieza de restos del molde que suelen quedar adheridos a la pieza de metal (en especial en recovecos y pequeños huecos). Para ello suelen utilizarse diferentes herramientas: en

un primer momento, para retirar los restos más grandes, puede emplearse un cincel romo y un martillo). Los restos más pequeños suelen limpiarse con un cepillo metálico. Los restos más complicados, más pequeños, que a veces se adhieren a pequeños recovecos, son eliminados, tras el repaso de la pieza, con la máquina de chorro de arena a presión.



*Fig. 3.5. La colada del metal fundido en el vaciado que ha dejado la cera eliminada del molde de chamota. Fuente: Elaboración propia*

### **Molde de cascarilla cerámica**

El inicio de esta técnica fue el uso de barros y arcillas, y actualmente se retoma con un marcado carácter innovador, aprovechando las últimas tecnologías sobre revestimientos cerámicos (Sanz, 2010). El método fundamental de esta técnica es el siguiente (Petrillo, 2012):

Una vez listo el modelo de cera con sus bebederos y salidas de gases, la cascarilla cerámica se conforma aplicando sobre el modelo de cera estratos de rebozado. Inicialmente, antes de aplicar la primera capa del molde, se aplica sobre el modelo un tensoactivo (jabón o goma laca), con el objetivo de conseguir que el revestimiento cubra de manera homogénea el modelo de cera. Tras ello se procede a recubrir el modelo con la primera capa que conformará el molde, utilizando una especie de barbotina o papilla y un rebozado granulado (en ocasiones en esta primera capa no se aplica rebozado y, en su caso, se utiliza una arena silíceo extra fina) (figura 3.6).



*Fig. 3.6. La aplicación de la arena sílicea extra fina como primera capa al modelo de cera. Imagen tomada de:*  
*<http://tallerdefundicionygalvanoplastia.blogspot.com/2012/02/fundicion-con-cascara-ceramica.htm>.*

Esta papilla o barbotina se prepara con un aglutinante y un refractario. El aglutinante sirve como ligante para las partículas del refractario. Los productos que habitualmente se emplean como aglutinante suelen ser: sílice coloidal, silicato de etilo y con menor frecuencia silicato de sodio. Los refractarios utilizados en la preparación de la papilla tienen una textura que recuerda a la harina (son llamados coloquialmente harina), es decir, de granulometría casi impalpable. Los materiales más habituales a la hora de obtener estos refractarios molturados son los diversos tipos de silicatos de aluminio (moloquita y

alúmina) y también otros materiales refractarios como la arena de sílice y el circón (Petrillo, 2012).

Para conformar el molde es necesario dar varias capas de aglutinante y material refractario. Para ello suelen darse varios “baños” en el aglutinante tras lo cual se espolvorea el material refractario (fig. 3.7), siendo necesario el secado del molde entre capa y capa. En las primeras capas suele emplearse un material refractario de granulometría muy fina, la cual va aumentando a medida que se van sucediendo las diferentes capas. Una vez realizadas las diferentes capas del molde, la siguiente fase es la cocción del mismo a una temperatura de unos 700°C, temperatura que permite transformar la cascarilla en un material cerámico, además de provocar la disolución de la cera.



*Fig. 3.7. La aplicación de varias capas de aglutinante y material refractario al modelo de cera. Imagen adaptada de:*  
*<http://tallerdefundicionygalvanoplastia.blogspot.com/2012/02/fundicion-con-cascara-ceramica.html>*



A continuación se puede proceder al vertido del metal, y tras su solidificación el molde se destruye para poder extraer la pieza. Como señala Petrillo (2012), el espesor del molde depende del tamaño de la pieza y el tipo del metal fundido que tiene que soportar. También varía el espesor de cada capa dependiendo de la composición cerámica (aglutinante-refractario) y del tamaño del grano del refractario.

### **Microfusión**

Dentro de las técnicas de fundición a la cera perdida, podemos destacar la **microfusión**, que permite obtener objetos en metal de dimensiones muy pequeñas. Esta técnica suele emplearse en productos de joyería (piezas de oro, plata o bronce) y ornamentación, así como en la industria artística y del entretenimiento para la elaboración de miniaturas y figuras realizadas normalmente en aluminio o aleaciones similares.

Partiendo de pequeños modelos realizados en cera (casi siempre en este caso macizos) elaborados bien por modelado directo o bien por colada de cera en pequeños moldes, la siguiente fase de este proceso consiste en preparar el árbol de fundición o el árbol de colada (figura 3.8). Como señala Andrade (2016), para preparar el árbol, las piezas de cera son conectadas con una espátula caliente a unos vástagos de cera que, a su vez, se unen del mismo modo a un tronco central (igualmente de cera) de 7 u 8 mm de diámetro. Este tronco central descansa sobre una base de goma que se adapta al diámetro del cilindro de acero refractario que se va a utilizar para elaborar el molde. Esta goma tiene en su parte central una forma cónica, a modo de volcán, que se convertirá posteriormente en el embudo por donde penetrará el metal en el molde. A continuación,



según Martínez Torán (2016) tras colocar el cilindro refractario adaptado a la goma donde descansa el árbol, éste se rellena con un material refractario conocido por revestimiento (yeso refractario que se ha mezclado previamente con agua), hasta cubrir totalmente el árbol y el cilindro. Esta mezcla refractaria se desaira con una batidora manual, y posteriormente se coloca en la bomba del vacío, colocando alrededor del cilindro un papel para evitar el desbordamiento de yeso, volviendo a pasar el cilindro por la bomba del vacío una vez más. Luego se deja fraguar durante una hora aproximadamente.



*Fig.3.8. Árbol de fundición o árbol de colada realizado en cera, para el proceso de la fundición por microfundición. Imagen tomada de:*

*<https://estaticos.qdq.com/swdata/photos/786/786416683/e26bf1a9b23e4ac3b370094b7676ec86.jpg>*

Tras ello el papel es retirado, se enrasa el molde del yeso refractario al cilindro, y se incidirá de forma cónica en la entrada del metal. A continuación se pasa el cilindro a la fase de cocción, a unos 720°C, en hornos programados para la eliminación de la cera. Con el calor se elimina la humedad, y la cera se licua y se calcina. Una vez concluido este proceso, el cilindro, ya preparado libre de cera y con el hueco en su interior, se deposita en una centrifugadora que tiene un eje con un soporte equilibrado por un peso y al otro lado, un crisol que comunica con el soporte del cilindro. Se vierte el metal fundido en el crisol con un soplete de aire. Se cierre la máquina y se dispara la centrifugadora por medio de dispositivo. De esta forma el metal entra en el cilindro por desplazamiento centrífugo siguiendo la fuerza del giro. El sistema se para tras aproximadamente 2 minutos. Luego se saca el cilindro y se deja para enfriar (Martínez Torán, 2016). Tras ello ya puede procederse a la extracción y limpiado de las piezas de la forma habitual, si bien adaptando las herramientas (cepillos metálicos, cinceles y discos de corte para los bebederos) al habitual tamaño reducido de las piezas.

### **3.3. FUNDICIÓN A LA ARENA**

#### **3.3.1. Introducción**

El origen de la fundición a la arena se remonta al origen de la primera metalurgia y a su desarrollo en Mesopotamia y Egipto. La técnica tiene cierta similitud al proceso de la cera perdida al realizar un molde alrededor de un modelo, pero en este caso compactando arenas o tierra natural.

Este tipo de técnica es más rentable cuando el modelo no necesita más dos piezas para moldearlo. Según Bellido (1992) durante los siglos XVIII y XIX esta técnica se consolidó como procedimiento industrial rentable. Se suele usar esa técnica para las esculturas y piezas de bajorrelieve, esculturas lisas, medallas, y no las que tienen muchos detalles que pueden producir problemas de enganche, así como para grandes monumentos, reduciendo el coste de los mismos. A su vez, como apunta Martín (1992), la fundición a la arena permite todo tipo de metales y aleaciones debido a las altas temperaturas que soporta la arena y a la propiedad porosa de esta que facilita la salida de los gases durante la colada.

#### **3.3.2. Tipos de arenas**

##### **Arena de Sílice (SiO<sub>2</sub>)**

Es el tipo más común, muy abundante en la naturaleza y muy fácil de extracción, lo que lo convierte en un material muy económico (figura 3.9). Además posee un nivel refractario muy alto. Se puede encontrar de

diferentes granulometrías y formas (redonda o angular). A su vez contienen impurezas prácticamente nulas, y son reutilizables.

El único problema de las arenas silíceas es su expansión térmica, lo que implica un mayor control en la elaboración de los moldes para evitar agrietamientos (Lozano, 2011).



*Fig.3.9. Arena de sílice. Imagen tomada de: [https://http2.mlstatic.com/arena-silice-sio2-pureza-99-sandblasting-D\\_NQ\\_NP\\_639577-MEC25588570690\\_052017-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/arena-silice-sio2-pureza-99-sandblasting-D_NQ_NP_639577-MEC25588570690_052017-F.jpg)*

### **Arena de cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ )**

La composición de esta arena (figura 3.10) es básicamente óxido natural de hierro y cromo. Es una arena muy refractaria con una resistencia muy alta a elevadas temperaturas. Las arenas de cromita son compatibles con todos los sistemas de moldeo y tienen unos requerimientos de aglomerantes muy bajos. En comparación con otros tipos de arenas, este tipo de arena provoca que la pieza fundida se enfríe

más rápido. Tiene estabilidad térmica, reduciéndose así los problemas derivados por la expansión de la arena (Redondo, 2012).



*Fig. 3.10. Arena de Cromita. Imagen tomada de [:http://www.tecnisteel.com/arena\\_de\\_cromita.html](http://www.tecnisteel.com/arena_de_cromita.html)*

### **Arena de zirconio ( $ZrSiO_4$ )**

La arena de zirconio (figura 3.11), formadas principalmente por silicato de circonio ( $ZrSiO_4$ ) se encuentra en la naturaleza como un metal libre, formando parte de muchos minerales. En estado puro existe tanto en forma cristalina, en forma de metal blanco, blando y dúctil, como amorfa, con aspecto de polvo negro azulado (Lozano, 2011).

Entre sus principales características, según Redondo (2012), podemos destacar sus excelentes propiedades refractarias, con baja deformación térmica y elevada conductividad térmica, así como un alto punto de fusión. Esta arena se emplea en la fabricación de machos y moldes

sometidos a altas temperaturas como es el caso de piezas de acero y piezas masivas de fundición. Todas estas propiedades permiten a esta arena reducir o eliminar el veining (defecto común en moldes aglomerados orgánicamente originado por la formación de costras, apareciendo en la pieza en forma de protuberancias metálicas delgadas e irregulares), así como evitar las reacciones metal/molde y aumentar la velocidad de enfriamiento.



*Fig. 3.11. Arena de zirconio. Imagen tomada de:  
[https://zapetrochem.en.ecplaza.net/products/zircon-sand\\_3116709](https://zapetrochem.en.ecplaza.net/products/zircon-sand_3116709)*

### **Arena de olivino**

Las arenas de olivino engloban fundamentalmente neosilicatos de magnesio (forsterita,  $Mg_2SiO_4$ ) y de hierro (fayalita,  $Fe_2SiO_4$ ). Sus características son semejantes a las arenas de cromita (Lozano, 2011), destacando su alta capacidad refractaria así como su resistencia al choque térmico causado por las altas temperaturas. Además posee una

dilatación térmica muy baja, a la que se suman la posibilidad de comercializarse en tamaños diferentes y no presentar peligro de silicosis

#### **Arena de bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )**

Es un tipo de arena sintética muy refractaria, obtenida por fusión, que tiene una resistencia mecánica muy alta y variedad granulométrica. Contiene aproximadamente un 75% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , una alta permeabilidad y dilatación térmica similar a la arena de cromita.

#### **Arena cerabeads**

Esta arena (figura 3.12) también es sintética, formada por silicato de alúmina ( $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ ), tiene propiedades refractarias excelentes, alto nivel de permeabilidad y es semejante a la arena de zirconio en lo que a dilatación térmica se refiere. Además es especialmente adecuada para piezas de acero aleado o machos sometidos a alta sollicitaciones térmicas (Redondo, 2012).





*Fig.3.12. Arena cerabeads. Imagen tomada de:*  
<http://spanish.globalsources.com/si/AS/Henan-Gongyi/6008834999032/pdtl/ceramic-sand/1021708655.htm>

### **Arena arebond**

Se trata de una arena muy fina (figura 3.13), aglomerada con bentonitas especiales y aceite mineral. Suele suministrarse preparada para su inmediata utilización y se emplea como arena de contacto para trabajos de precisión, fundamentalmente para piezas no férricas, obteniéndose óptimos acabados con mínimas tolerancias. Es por esto que actualmente se utiliza en la industria para piezas muy complejas. Sus características tienen gran parecido con la arena para moldeo “en verde”, pero además la finura del grano y plasticidad aumenta la calidad de

copiado de las piezas, evitando los desprendimientos espontáneos al extraer el modelo del molde (Sorroche Cruz et al., 2009).



*Fig.3.13. Arena arebond. Imagen tomada de:  
[https://img.etsystatic.com/il/93efa6/1453850886/il\\_fullxfull.1453850886\\_50qi.jpg?version=0](https://img.etsystatic.com/il/93efa6/1453850886/il_fullxfull.1453850886_50qi.jpg?version=0)*

### **3.3.3. Características de arenas de moldeo**

#### **Plasticidad**

Se define por plasticidad de las arenas de moldeo y a la capacidad de éstas para reproducir los detalles de los modelos. Esta capacidad depende de dos propiedades: por un lado la **deformabilidad**, es decir, la capacidad de las arenas para variar de forma, que a su vez depende a la forma del grano, el contenido de arcilla y de la humedad. Por otro lado, la **fluencia**, que es la facilidad de la arena para transmitir, a través de su

masa, las presiones aplicadas en la superficie. Una buena fluencia permite un molde con durezas uniformes en sus distintas partes. Esta propiedad es fundamental cuando se moldea a máquina ya que la presión de la superficie libre del molde se transmite mejor cuando hay más alta fluencia (Ramírez, et al., 2014).

### **Permeabilidad**

Según Bellido y Gallardo (1992), la permeabilidad es la facilidad de escape de los gases desprendidos durante la colada, a través del material apisonado. La arena debe tener la permeabilidad adecuada para que los gases producidos en el interior de molde puedan tener salida. Si la arena no fuese permeable y los gases tuviesen que salir exclusivamente a través del metal que está solidificando, se producirían defectos, tales como porosidades, burbujas y otras imperfecciones en las piezas coladas. De esta manera, cuando la arena es de permeabilidad alta se dice que es una “arena abierta”, y cuando es de permeabilidad baja se dice una “arena cerrada”.

Por otro lado, la permeabilidad depende de varios factores, resultando fundamentales el tamaño y la forma de los granos de sílice (para conseguir una máxima permeabilidad, los granos de sílice deben ser de un tamaño grueso y uniforme), el contenido de la humedad (a mayor humedad disminuye la permeabilidad), la presencia de las arcillas y sedimentos (a mayor presencia de arcillas, menor permeabilidad), y el nivel de apisonamiento de la arena (cuanto más compactada esté la arena, menor permeabilidad).

### **Carácter refractario de la arena**

El carácter refractario de la arena atiende a la resistencia de las temperaturas elevadas que es capaz de soportar la misma sin fundirse ni reblandecerse y, según Bellido y Gallardo (1992), las propiedades refractarias de la arena quedan determinadas principalmente por el contenido en sílice, por lo que, cuanto más alto es su contenido, mayor es el carácter refractario. La sílice debe entrar en proporción entre el 75% y el 90%.

### **Resistencia de cohesión**

Se refiere a la resistencia a mantener las formas en esfuerzos de tracción de flexión, antes y durante el proceso de la colada. Hay dos tipos de la resistencia de cohesión (Bellido y Gallardo, 1992):

- Resistencia de cohesión en verde, es decir, la capacidad de la arena de mantenerse unida en su estado natural húmedo.
- Resistencia de cohesión en seco, esto es, la capacidad de la arena de mantenerse unida sin desmoronarse después del estufado.

### **3.3.4. Métodos de fundición a la arena**

#### **Fundición a la arena en verde**

Este proceso aparece escrito en los murales de la tumba de Rek Mira, visir de Tutmosis III, de la XVIII dinastía en Tebas. Su precedente más inmediato es el moldeo con “arena naturales”, las cuales se han ido

reemplazando paulatinamente por arenas sintéticas, debido a la escasez de yacimientos naturales y a exigencias de precisión en la creciente industria (Lozano,2011).

Este proceso ha sido menos utilizado en el ámbito escultórico a nivel general, por la dificultad que tiene el moldeo con las piezas mínimamente complicadas debido a la obligatoriedad de extracción del moldeo anterior a la colada del bronce, aunque hay autores que sí lo han empleado con éxito (ver Sorroche, 1998).

La arena en verde es sintética, es una mezcla de material refractario granular (que suele ser de sílice), aglomerante arcilloso, generalmente bentonita, que es una variedad de arcilla perteneciente a las montmorillonitas cálcicas y sódicas formadas por la alteración de rocas ígneas básicas que contienen silicatos ricos en calcio y magnesio y presentan un elevado potencial de expansión/ contracción, con una cantidad moderada de agua. Además la arena en verde posee aditivos, que suelen ser polvo de carbón que contrarresta el ataque químico y térmico del metal líquido y facilita el desmoldeo (Lozano, 2011).

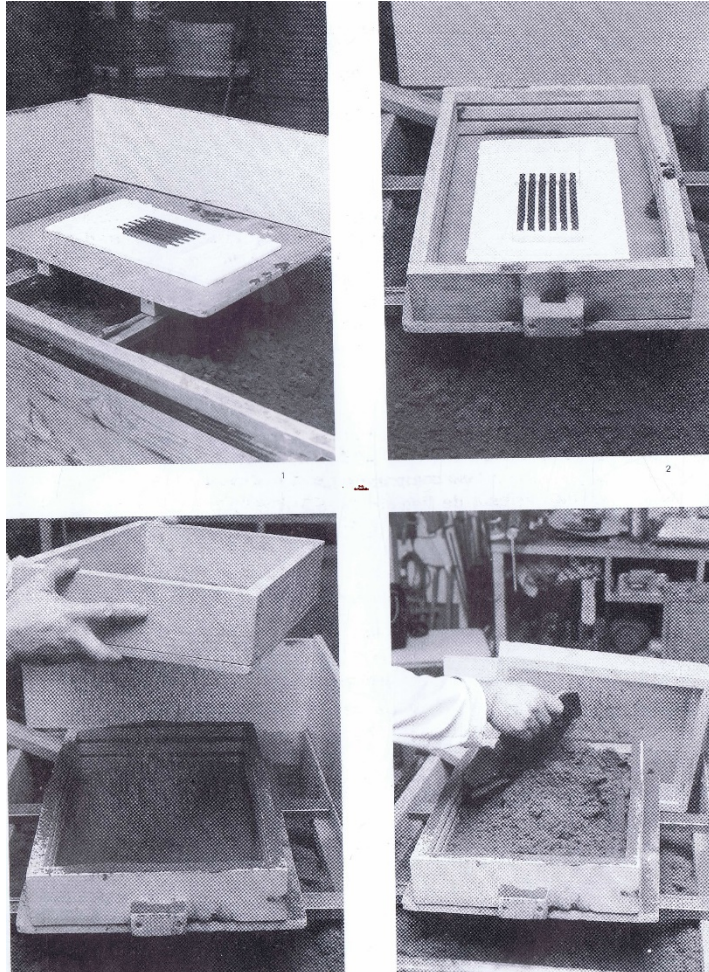
Esta primera elaboración de la mezcla es reutilizable como arena de relleno, al restituir la cantidad de agua necesaria que recupera las cualidades plásticas de la mezcla modeladora. El reciclado se ve favorecido al utilizar bentonitas sódicas naturales debido a que tienen elevada estabilidad térmica.

Con respecto a la preparación del molde, se aglutina generalmente en dos semi-cajas, mediante compactación de la arena alrededor del

modelo, y eso se puede conseguir de dos formas, manual o mecánicamente mediante moldeadores, como vibración, prensado, sacudidas, etc. (Lozano, 2011).

Las fases del moldeo en verde, según Sorroche (1998), son las siguientes:

1. Se coloca la obra o la pieza sobre un tablero.
2. A continuación se procede a la colocación de un marco que no tenga tapa ni fondo, necesario para delimitar la compactación de la tierra de moldeo en torno a la pieza o el modelo.
3. Se cerna la arena sobre el modelo como primera capa para conseguir una perfecta homogeneidad de la misma y evitar la presencia de pequeños cuerpos extraños, provenientes de impurezas que contenga dicha tierra, que podrían distorsionar la superficie de la obra. Tras finalizar el cernido de la primera capa de la tierra de moldeo se vierten capas de forma sucesiva hasta llenar la semi-caja (figura 3.14).

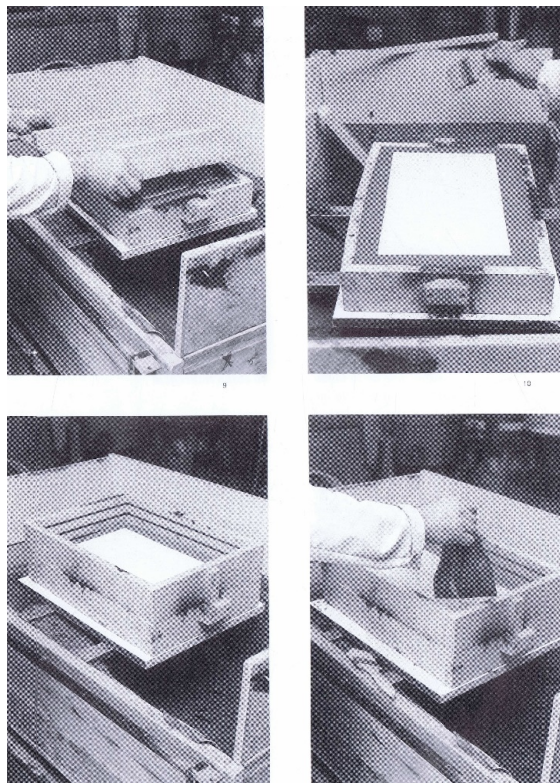


*Fig. 3.14. Primeras fases de la fundición a la arena en verdela colocación de la pieza dentro de un marco sin tapa ni fondo, y cerner la arena sobre el modelo.. Imagen tomada de Sorroche Cruz (1994)*

4. Tras ello se compacta la arena alrededor de la pieza con una presión uniforme, finalizando esta fase con golpes sucesivos distribuidos por la superficie del molde.

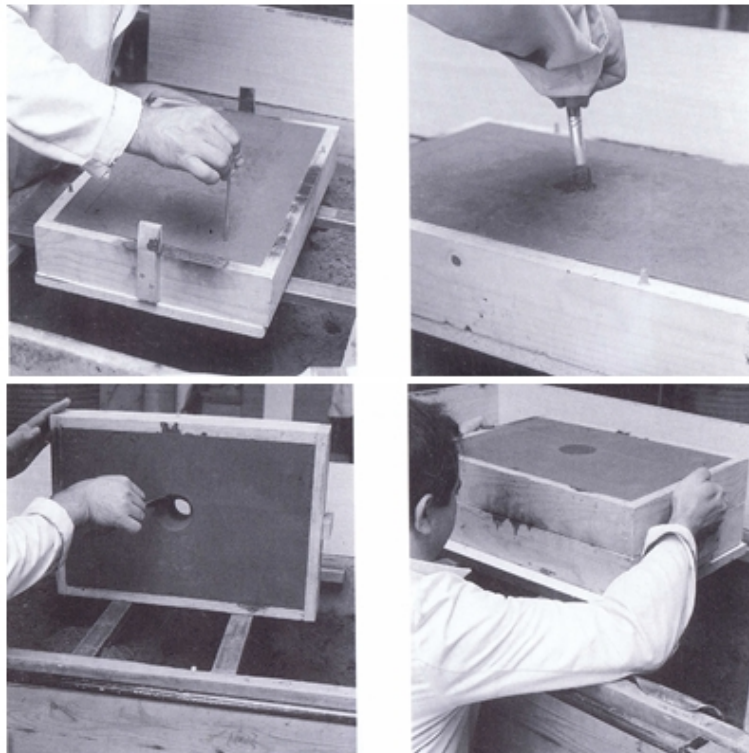


5. A continuación hay que realizar una limpieza del resto de la tierra de moldeo para estabilizar el asentamiento de la tapa de madera, necesaria para el volteo de la semi-caja.
6. Se voltea la semi-caja, con ayuda de un tablero para impedir eventuales desprendimientos de la tierra. Y se limpia la superficie de la madera, para asegurar el encaje perfecto de la otra mitad, la cual se elabora con arena compactada siguiendo el mismo proceso que la primera mitad. Después se acoplan las dos semi- cajas (figura 3.15).



*Fig. 3.15. voltear la simi-caja, y limpieza de la superficie de la madera para asegurar el encaje perfecto de la otra mitad. Imagen tomada de Sorroche Cruz (1994).*

7. Se procede a la apertura del sistema de llenado y salida de gases.
8. Retoques para asegurar evitar pequeñas desprendimientos en el sistema de llenado (figura 3.16).



*Fig. 3.16. La preparación del sistema de llenado y las salidas de gases y los retoques de evitar pequeñas desprendimientos en el sistema de llenado. Imagen adoptada de Sorroche Cruz (1994).*

9. Se vierte el metal fundido.
10. Finalmente se procede al desmoldeo de las dos cajas, realizando una prelimpieza inicial tras lo cual es aconsejable,

antes de pasar a la limpieza a fondo y repaso de la pieza, dejar la pieza hasta su enfriamiento total (figura 3.17).



*Fig. 3.17. El vertimiento del metal fundido, el desmolde de las cajas y la limpieza de la pieza. Imagen adoptada de Sorroche Cruz (1994).*

### **Fundición a la arena con moldeo químico**

Este método de fundición es reciente, inventado en el del siglo XX. Según Sorroche (1998), la investigación industrial más reciente ha desarrollado métodos que tratan de conseguir una mejora de la calidad de los productos terminados, una simplificación de los procesos y un ahorro en la producción. El moldeo químico suele usar para fabricar obras de

tamaños grandes y series cortas. Las fases de este proceso de fundición son iguales al proceso de la arena en verde, y el modelo puede ser igualmente removible o desechable. El molde, se realiza con arena de sílice y productos químicos que endurecen por la reacción. Esos productos pueden ser:

**Inorgánicos:** usando como base el silicato sódico y como catalizador un éter orgánico.

**Orgánicos:** hay dos procesos:

- Resina fenólica- fenol/ formaldehido: se obtiene por condensación en medio alcalino de un 1% de formol libre, entre el 5% y el 15% de fenol libre y menos del 1% de nitrógeno. Según (Lozano, 2011) estos porcentajes cambian según la temperatura ambiental, la temperatura de arena, la humedad y el tipo de arena. Las ventajas de este proceso es que resulta más económico, pero la calidad de fundición es inferior a la resina furánica.
- Resina furánica/ catalizador ácido: este tipo de resina está compuesta por alcohol furfurílico-formaldehido, fenol-formaldehido, alcohol furfurílico y urea-formaldehido-alcohol furfurílico. Está constituida por más de 1% formol libre, más de 2% de fenol libre y una cantidad de nitrógeno variable. Las ventajas de esta resina es que desarrolla mayor resistencia en un menor tiempo, y resulta más económica que el caso del nitrógeno alto. El inconveniente de la misma

es su desprendimiento de gases. Los dos tipos de resinas son tóxicas, y es necesario precauciones en su manipulación, debiendo manipularse en zonas ventiladas.

Las fases del proceso de fundición con moldeo químico son, según la experiencia de Sorroche (1998):

1. Realización del modelo removible o desechable. Colocación de un marco de madera sobre un tablero del mismo material (figura 3.18).



*Fig.3.18. La colocación de los modelos desechables en un marco sobre un tablero.*

2. Preparación de la arena de sílice con el catalizador y la resina en la mezcladora con los siguientes porcentajes: 1,6 kg de



resina/100kgs de arena, y 30% sobre el porcentaje de resina para el catalizador. Primero se vierte sobre la arena en movimiento el catalizador, y posteriormente la resina (figura 3.19).



*Fig.3.19. La preparación de la mezcla de la arena de sílice con el catalizador y la resina*

3. Vertido de la arena aglutinada sobre la pieza o el modelo, y se compacta (figura 3.20).



*Fig.3.20. Vertido de la arena aglutinada sobre la pieza.*

4. Volteo del molde endurecido.
5. Esparcido de talco por la superficie para evitar que las dos mitades del molde se queden adheridas.
6. Preparación de la segunda mitad de la caja utilizando de nuevo el marco de madera, relleno con la arena aglutinada y procediendo al proceso de compactación.
7. Retirada del marco de madera tras el endurecimiento de la arena (figura 3.21).





*Fig.3.21. La retirada del marco de madera tras el endurecimiento de la arena*

8. Preparado del sistema de alimentación. Para ello puede usarse un taladro con fresa o una multiherramienta con cabezal fresado.
9. Vertido del metal fundido sobre el molde cerrado y preparado (figura 3.22).



*Fig.3.22. la preparación del sistema de alimentación y vertido del metal fundido sobre el molde cerrado.*

10. Finalmente, desmoldeo de la pieza fundida y realización del proceso de limpieza final de la pieza.

## 3.4. OTROS MÉTODOS DE FUNDICIÓN

### 3.4.1. Fundición con modelos gasificables (poliestireno expandido)

El uso del Poliestireno expandido (figura 3.23) se basa en los mismos conceptos de uso que la cera perdida. El modelo que está realizado en este material ofrece una doble posibilidad, según la complejidad del modelo. Por un lado los modelos pueden ser extraídos previamente a la colada del metal fundido, o bien pueden permanecer en su interior, ya que el propio calor del bronce volatiliza este material



*Fig.3.23. granos de poliestireno expandido. Imagen tomada de:  
<http://www.arqhys.com/usos-del-poliestireno-expandido.html>*

El poliestireno expandido es un material termoplástico, compuesto aproximadamente por un 92% de carbono y un 8% de hidrógeno, que se obtiene a partir del estireno, que es un producto orgánico cuyas principales materiales primas son petróleo y gas natural (Sorroche, 1998).

El poliestireno ha sido empleado en el campo de la fundición gracias a la industria para fabricar modelos en microfundición, motivados ante la necesidad de modelos con una resistencia mucho más mayor que la que permite la cera.

Este material, conocido desde 1930, es una de las resinas termoplásticas de síntesis más antiguas. En este año fue producido a nivel industrial en Alemania gracias a la I.G. Farbenindustrie. En 1951 nació la expansión del poliestireno expandido gracias al químico alemán F. Stastny, del grupo químico alemán Badische Anilin Und Soda Fabrik (BASF), bajo del nombre Styropor (Rougeron, 1977).

La utilización del poliestireno expandido se ha sido desarrollando en la fundición paralelamente a la evolución del mismo, con nuevos productos similares al poliestireno expandido, entre ellos el uso de *lost foam* o espuma perdida. Todo ello generó ciertos problemas problemas o confusiones en la traducción de este proceso al castellano, como bien explica Tartera (1992):

“En 1958 apareció la primera patente de un proceso revolucionario en el moldeo, tan revolucionario que todavía no sabemos cómo dominarlo en el castellano. Si decimos “moldeo en poliestireno expandido” podemos caer en un error, ya que existen otros materiales supletorios con ventajas

del poliestireno. Si traducimos directamente “lost foam”, “espuma perdida”, creamos confusión. Por ello vamos a dejar como “moldeo con modelos perdidos”, que pese a aclarar poco, se acerca más a la realidad”.

Según Lozano (2011), estos procesos nuevos, que se iniciaron en 1958 por H.F. Shroyer, con el registro de la patente “U.S. 28830.343”, proponían el poliestireno expandido como un material idóneo para realizar modelos (figura 3.24) para el proceso de la fundición. Tradicionalmente este método fue aplicado en procesos de fundición a la arena al no ser necesaria la eliminación del modelo en la colada, ya que gasifica al tener contacto con el metal fundido. Esto se conoció como proceso de molde lleno. De esta manera, y es necesario insistir en esta ventaja, no es necesaria ni evacuación, ni extracción mecánica ni horneado, sino que en el momento de la colada del metal fundido, el poliestireno expandido se volatiza, ocupando su lugar el metal fundido (Lozano, 2011).

El proceso de esta técnica recuerda a la técnica de la cera perdida, porque las dos técnicas usan modelos no permanentes. En este sentido Jean Rudel (1986) habla de las semejanzas con la técnica de la cera perdida y apunta las ventajas de poliestireno:

*“Sin duda está técnica no es en sí misma nueva sobre el plano del proceso, puesto que está inspirada en los métodos tradicionales del vaciado a la cera perdida y a la arena, pero su modernidad radica en el hecho de que pone en juego un material nuevo: el poliestireno expandido, material plástico sintético de propiedades particulares.*

*Aquí el tradicional molde negativo, realizado en yeso (para la cera perdida), o en arena, a partir de un modelo generalmente hecho en barro, es*

*suprimido. La fundición se realiza directamente a partir de un modelo positivo elaborado en poliestireno expandido, que será la réplica exacta de la obra final en metal... el metal es entonces vaciado directamente sobre el poliestireno que se inflama y toma el sitio”.*



*Fig.3.24. Fases de realización de un modelo escultórico usando el poliestireno expandido. Imagen tomada de:*

*<http://galeriadeartecolvalencia.blogspot.com.es/2018/03/tallado-en-poliestireno-o-poliespan.html>*

De esta forma la utilización de este material reduce las fases del proceso de la fundición tradicional de la cera perdida, no pesa mucho y es

barato. También es un material fácil de manipular, se puede cortar, lijar, perforar, etc. Y puede ser tallado manualmente usando herramientas simples como cuchillos, cúter, escofinas, lijas, etc.

A su vez, permite la manipulación mecánica mediante termosoldadura u otras máquinas creadas para este tipo de material, tales como cortadoras de hilo caliente, que funcionan generalmente a través de un diseño de corte dirigido por ordenador, aunque existen adaptaciones de mano, como la sierra térmica o cortador térmico de mano.

Este material, además de su empleo en procesos de fundición artística, también ha ampliado su uso en otras aplicaciones artísticas o derivadas, tales como el sector del escaparatismo, los decorados de televisión, cine y teatros, escenografía y elementos museográficos de digitalización 3D y modelización de arte rupestre, etc.

### **3.4.2. Fundición a presión**

Este método de fundición se suele usar para fabricar piezas de aleaciones no férricas (aleaciones de metal pesado o ligero), con exactitudes grandes, en moldes de acero partidos. Ese tipo de fundición ahorra el gasto de material en su proceso. Además, la calidad de las piezas realizadas con la fundición prensada está bastante aumentada (Lehnert, 1979).

La fundición a presión, también llamada fundición por vaciado a presión o fundición de baja presión, según Rodríguez Montes et al. (2006), es un proceso donde el metal fundido se introduce a alta presión dentro del molde facilitando la consecución de geometrías intrincadas. Esta



técnica es aplicable desde piezas que pesan pocos gramos hasta piezas que pesan alrededor de 25 kg.

Las máquinas usadas para este método de fundición reciben el molde de fundición, lo cierran, lo abren y expulsan la pieza, dependiendo del tamaño de la pieza a fabricar y la clase del metal que se requiera para la colada. Además existen distintas máquinas según la dirección de la presión que se necesite.

Así lo explica Appord et al. (1985), el proceso de la fundición a presión:

*“El metal en estado pastoso, se introduce a presión en moldes permanentes de varias piezas. Durante la solidificación se mantiene la presión. Las operaciones de fundición a presión de este tipo son: cierre del molde, introducción del metal a presión, apertura del molde y expulsión de la pieza”.*

### **3.4.3. Fundición por coquilla (por gravedad o propio peso de la colada)**

Una coquilla, según Barroso y Carsí (2013), consta principalmente, de las mitades de la matriz y de los cursores y machos, elementos que se pueden manejar a mano o mecánicamente, generalmente mediante dispositivos hidráulicos. Una coquilla se denomina maciza cuando todas las partes que la construyen, incluido los machos, son de fundición o acero. Por otro lado, se denomina coquilla mixta a aquella que utiliza machos de arena, que tienen un solo uso. Existe una tercera variante, llamada semicoquilla cuya característica principal es que una parte del molde está realizada en arena.

El rellenado del molde puede realizarse de varias maneras que permiten clasificar la fundición por coquilla en tres grandes grupos:

### **Fundición en coquilla por gravedad**

El llenado de la pieza se produce exclusivamente por gravedad y a la presión atmosférica. El molde se llena a mano o mediante dispositivos de vertidos que permiten racionalizar el proceso mediante mecanismo neumático o hidráulico (Barroso, Carsí, 2013).

### **Fundición en coquilla a baja presión**

Se produce cuando el metal líquido se maneja con una presión relativamente baja, tanto durante el proceso de vertido como en el proceso de la solidificación (Barroso, Carsí, 2013).

### **Fundición en coquilla a contrapresión**

Cuando el llenado y la solidificación se realizan a presión más elevada, se denomina fundición en coquilla a contrapresión. En este caso el molde ubica una cámara de presión estableciéndose un diferencial de presión entre molde y cámara de tres a siete bares que impele al líquido a llenar la coquilla (Barroso, Carsí, 2013).





# 4

## **INTRODUCCIÓN. BREVE HISTORIA DE LAS FACULTADES DE BELLAS ARTES ESPAÑOLAS Y LA FUNDICIÓN DE METALES COMO ASIGNATURA ACADÉMICA**



## **4. INTRODUCCIÓN. BREVE HISTORIA DE LAS FACULTADES DE BELLAS ARTES ESPAÑOLAS Y LA FUNDICIÓN DE METALES COMO ASIGNATURA ACADÉMICA**

### **4.1. ORIGEN DE LAS FACULTADES DE BELLAS ARTES ESPAÑOLAS**

#### **4.1.1. Introducción**

El germen de todas las facultades de Bellas Artes españolas tiene su origen realmente en el siglo XVIII, en la época del reinado de Fernando VI, cuando fundó la primera Real Academia de Nobles Artes en Madrid denominada como Real Academia de Artes Nobles de San Fernando, creada por Decreto Real de 12 de abril de 1752 (figuras 4.1 y 4.2), fundada en la Casa de Panadería, en la Plaza Mayor. Esta Real Academia española siguió el modelo de las academias de París y Roma



adoptando y adaptando tanto los estatutos como el funcionamiento de estas academias europeas. En este capítulo se recoge una breve historia de las primeras cinco reales academias y escuelas de Bellas Artes que fueron transformadas por el decreto real anteriormente citado en facultades de Bellas Artes.

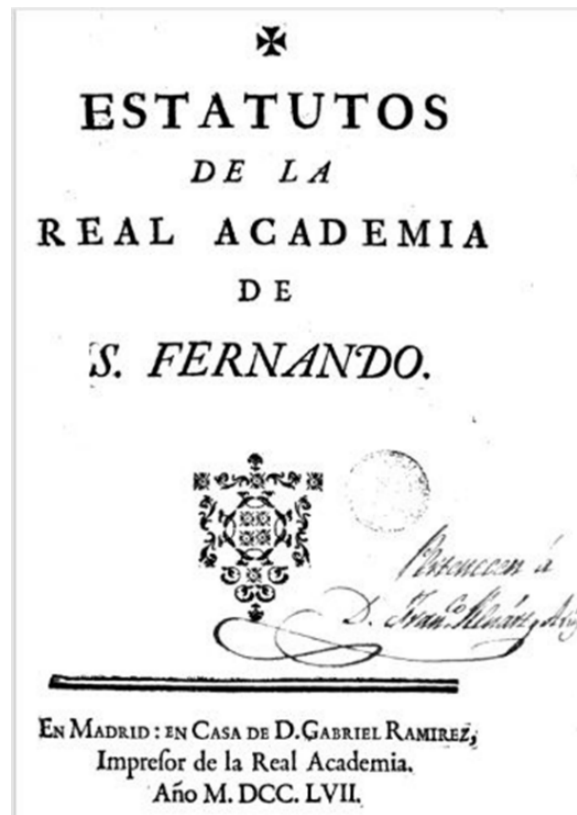


Fig.4.1. Portada de los Estatutos de la Real Academia de San Fernando. Imagen tomada de:

<https://books.google.es/books?id=KIPGqEa7o6QC&printsec=frontcover&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+fernando&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8o9OH6rfdAhVNdhoKHaIWB7wQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

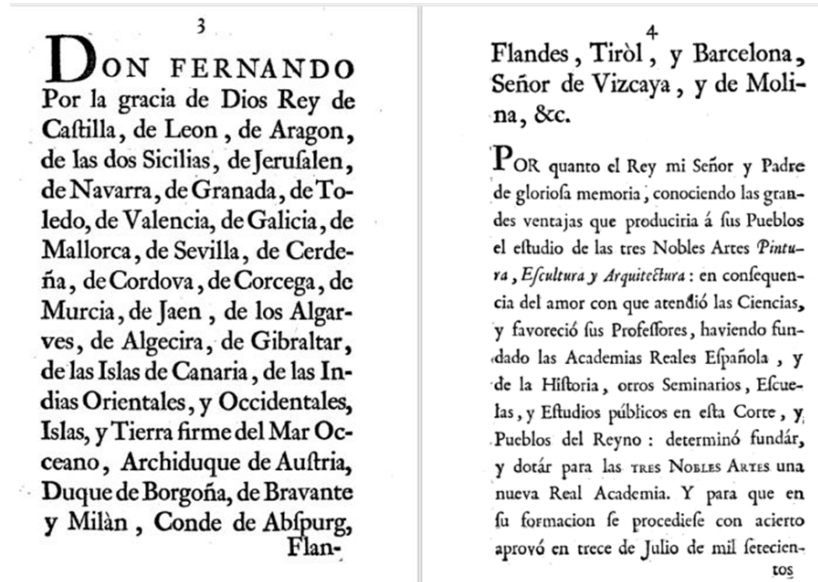


Fig. 4.2. Páginas de los Estatutos de la Real Academia de San Fernando donde se solicitó al Rey Fernando VI la fundación una academia real de las tres Nobles Artes.

Imagen adaptada de los estatutos de Real Academia de San Fernando:

<https://books.google.es/books?id=KIPGqEa7o6QC&printsec=frontcover&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+fernando&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8o9OH6rfdAhVNdhoKHAIWB7wQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

#### 4.1.2. La Real Academia de San Fernando de Madrid

La primera propuesta de la fundación de la Real Academia de San Fernando de Bellas Artes fue por el pintor Antonio Meléndez, quien propuso a Felipe V, en 1726, realizar una academia de las Artes de Escultura, Arquitectura, Pintura y Diseño, siguiendo el ejemplo de las Academias de Roma, París, Flandes y Florencia. Sin embargo, esta propuesta no prosperó, y fue el escultor italiano Giovanni Domenico

Olivieri quien solicitó a Felipe V una Academia Privada que sí llegó a funcionar desde 1741 hasta 1744. Esta iniciativa reanimó la idea de fundar una academia de Bellas Artes, que se materializó más tarde bajo el nombre provisional de Junta Preparatoria (entre 1744 y 1752) ver figura (4.3), según la página web oficial de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (<http://www.realacademiabellasartessanfernando.com/es/academia/historia>). Los objetivos de la Academia era la promoción de las Bellas Artes y la dirección de sus estudios (Caveda, 1867). Así también, según la página web oficial de la Universidad Complutense Historia de la UCM - Facultad de Bellas Artes ([https://www.ucm.es/historia\\_ucm\\_facultad\\_bellas\\_artes](https://www.ucm.es/historia_ucm_facultad_bellas_artes)), el objetivo de la Academia era:

*“Promover el estudio y cultivo de la pintura, escultura, arquitectura y música, estimulando el ejercicio y difundiendo el buen gusto artístico con el ejemplo y la doctrina”.*

En las memorias de José Caveda, publicadas en 1867, el autor afirma que la Academia de Bellas Artes de San Fernando fue concebida y reglamentada por mentalidades abiertas a la influencia extranjera de los llamados a la Corte de España por Felipe V, quienes organizaron la corporación más como escuela propiamente dicha que como comunidad científica. En 1752, bajo el patrocinio de Fernando VI, la Escuela y Academia nacen unidas con locales compartidos (Vian, 2007). En el año 1774, en la Corte de Carlos III, se trasladaron al Palacio de Goyeneche, Calle de Alcalá, número 11, hoy número 13, siendo esta la ubicación que conserva la Academia actualmente. Posteriormente, en el año 1857, durante el reinado de Isabel II, se separó definitivamente la Escuela de la

Academia por una reforma educativa, aunque seguían compartiendo edificio.

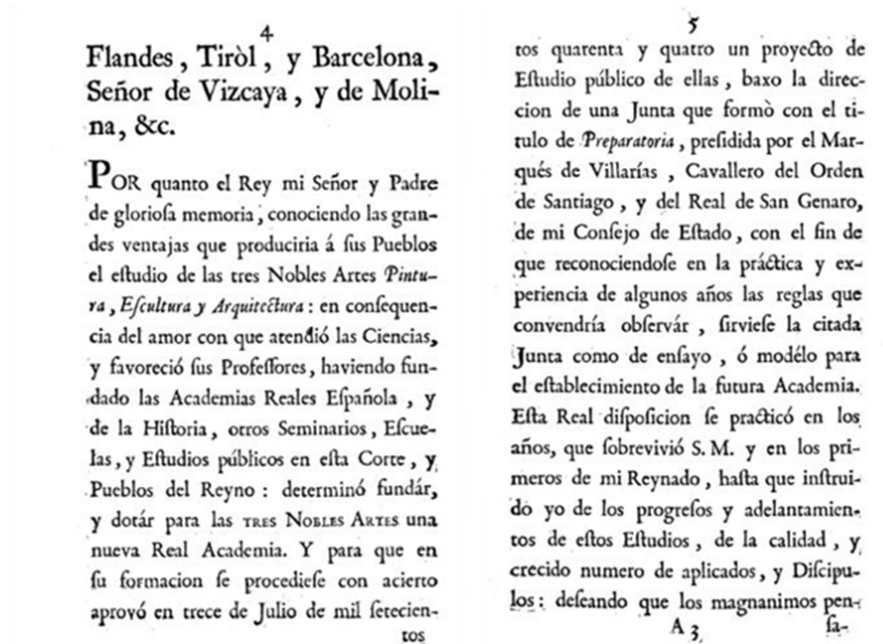


Fig.4.3. El origen de la Real Academia de S. Fernando, fue un resultado de la Junta Preparatoria de 1744. Imagen adaptada de los Estatutos de la Real Academia de San Fernando del año 1757:

<https://books.google.es/books?id=KIPGqEa7o6QC&printsec=frontcover&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+fernando&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8o9OH6rfdAhVNdhoKHAIWB7wQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

La Ley Moyano (R.D. 7 oct. 1857) elevó a categoría de enseñanza superior los estudios realizados en las escuelas de Bellas Artes, debiendo impartirse, según dicha ley, las enseñanzas de Anatomía pictórica, Perspectiva, Estudios del antiguo, Estudio del natural y ropajes, Colorido, Paisaje, Composición aplicada a la pintura y a la escultura, Modelado y

Teoría e Historia de las Bellas Artes. Así pues, durante estos casi dos siglos en que la actividad docente se desarrolla en el Palacio de Goyenche la escuela dependió de diferentes organismos y recibió varios denominaciones: Escuela de Nobles Artes de San Fernando (1752), Escuela de Bellas Artes de San Fernando (1857), Escuela Superior de Pintura y Escultura (1862), Escuela especial de Pintura, Escultura y Grabado (1871), Escuela Central de Bellas Artes de San Fernando (1940) y finalmente Escuela Superior de Bellas Artes de San Fernando (Vían, 2007). La Real Academia y la Escuela Superior de Bellas Artes de San Fernando sirvieron de ejemplo para el desarrollo de las otras academias y escuelas superiores realizadas en España en esa época.

De esta forma, según el Real Decreto 968/1978 del boletín número 113, depositado el 14 de abril 1978 y publicado en el mismo año en el 12 de mayo, con la referencia: BOE-A-1978-12743, se transformaron las Escuelas Superiores de Bellas Artes de Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla y Valencia en facultades de las respectivas universidades, constituyendo las primeras facultades de Bellas Artes españolas.

Todas las reales academias y escuelas de Bellas Artes españolas en sus inicios impartieron las enseñanzas de las tres Nobles Artes: Pintura, Escultura, Arquitectura, y posteriormente grabados.

Desde sus inicios y siempre según sus Estatutos, la Real Academia estaba compuesta por diferentes clases de académicos: tenía un Protector, un Vice-Protector, Consiliarios que tenían que ser del agrado del Rey, un Secretario, los académicos de Honor a conveniencia del Rey, un Director General, dos Directores de Pintura, dos de Escultura y dos de

Arquitectura, los Directores Honorarios que se juzgasen convenientes, tres Tenientes Directores de Pintura, tres de Escultura, y dos de Arquitectura, dos Directores de Grabado, los Académicos de Mérito, y por último los Profesores supernumerarios que la Academia juzgara necesarios (figura 4.4).

9  
intenciones: siendo mi expresa voluntad que en todo y por todo se cumplan, guarden, y executen las Leyes, y Estatutos siguientes.

I.

CLASES DE ACADEMICOS.

LOS Individuos de que ha de componerse la Academia serán un Protector, un Vice-Protector, los Confiarios que sean de mi Real agrado, un Secretario, los Academicos de Honor que yo tenga por conveniente, un Director General, dos Directores de Pintura, dos de Escultura, y dos de Arquitectura, los Directores Honorarios que se juzguen convenientes, tres Tenientes Directores de Pintura, tres de Escultura, y dos de Arquitectura, dos Di-

10

Directores del Grabado, los Academicos de Mérito, y ultimamente los Supernumerarios Profesores que la Academia juzgue á proposito.

Para la custodia de la Casa de la Academia y sus alajas, y para su servicio habrá un Conserje, dos Porteros, y dos, ó tres hombres bien formados para Modelos.

II.

PROTECTOR

EL Protector de la Academia será el Ministro Secretario del Despacho de Estado: En él ha de residir la potestad economica y gubernativa: la presidirá en todas ocasiones, y tendrá voto de calidad en todas sus Juntas: cuidará con particular esmero de promover sus adelantamientos

Fig.4.4. Las clases de académicos de la Real Academia San Fernando. Imagen adaptada de los Estatutos de la Real Academia de San Fernando del año 1757: <https://books.google.es/books?id=KIPGqEa7o6QC&printsec=frontcover&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+fernando&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8o9OH6rfdAhVNdhokHAIWB7wQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

Con respecto a la enseñanza de la escultura, todo alumno interesado en la formación escultórica debía formarse en las diferentes materias y clases comunes antes de realizar su especialidad. La edad en

la que comenzaba la formación podía ser bastante temprana, pudiendo ser la edad inicial los 10 u 11 años. Las clases de escultura estaban casi todas centradas en el estudio del cuerpo humano, y había sala de yeso (ideal para las aproximaciones iniciales al concepto de volumen) y sala de modelo vivo (para estados más avanzados de formación).

En el primer año de formación, que era siempre el más numeroso en alumnos, se copiaban estampas calcográficas reunidas en “cartillas”, que recogían las diferentes partes del cuerpo, como ejercicios iniciales con el fin de acostumbrar el ojo y educar la mano. Después de la aprobación de los dibujos presentados, se pasaba a la segunda y tercera fase, cuales eran yesos y ropajes, y tras ello se daba paso a la práctica del Natural (Azcue, 1992). Según los Estatutos de la Real Academia, la práctica del natural se realizaba en la *Sala del Modelo vivo*, dirigida por los Directores de Pintura y Escultura, en meses alternos (figura 4.5).

En el siglo XX se ampliaron los estudios del Departamento de Escultura, conteniendo como disciplina básica como el modelado, modelado del natural y composiciones, además de técnicas de escultura I, II y III, muy ampliamente desarrolladas (Azcue, 1992).

De estos datos se puede deducir la simplificación de los planes de estudios que tenía la Real Academia de San Fernando, a nivel particular y en general, como impulsora de las restantes reales academias, las cuales a grandes rasgos siguieron el mismo patrón definido por Madrid. Las citadas materias tenían como objetivo formar de manera exhaustiva a los artistas.

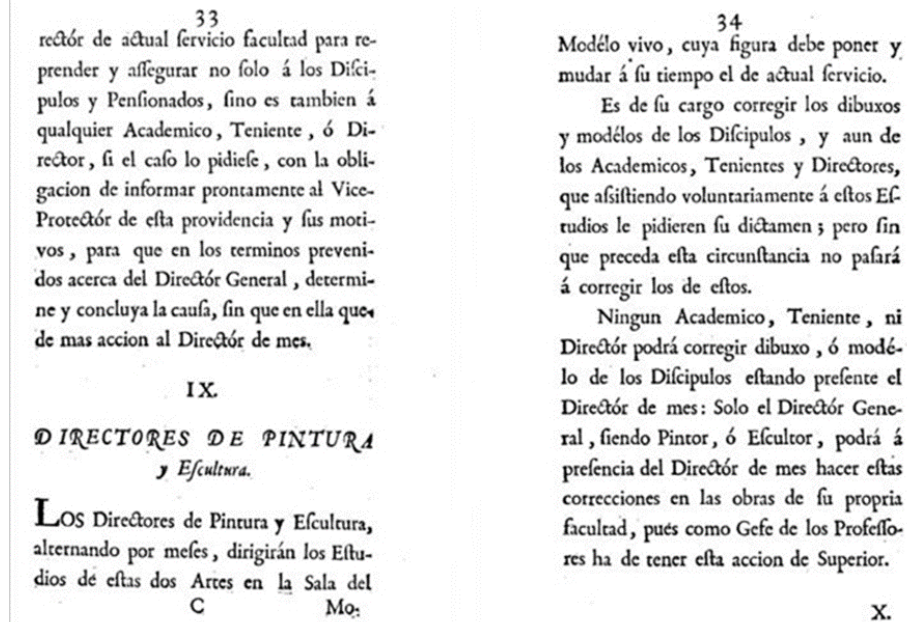


Fig.4.5. Los estudios del natural se realizaban en la Sala del Modelo vivo. Imagen adaptada de los Estatutos de la Real Academia de San Fernando del año 1757: <https://books.google.es/books?id=KIPGqEa7o6QC&printsec=frontcover&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+fernando&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi8o9OH6rfdAhVNdhoKHaIWB7wQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

Actualmente la Facultad de Bellas Artes está ubicada en el campus de Moncloa, pertenece a la Universidad Complutense y contiene: biblioteca, aulas para clases magistrales, aula seminario, aula laboratorio multiusos, aula informática, aulas talleres de escultura y de técnicas escultóricas, dibujo, pintura y pintura y nuevas tecnologías, sistemas de presentación, y diversos talleres de técnicas de reproducción; aulas laboratorio y aulas seminario de fotografía y video y de anatomía; platós de fotografía y video, salas de exposiciones, librería, tienda de materiales específicos y cafetería–restaurante, según la página web oficial de la



Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense, Madrid  
(<https://www.ucm.es/gradobellasartes/introduccion>).

#### 4.1.3. La Real Academia de Bellas Artes de San Carlos

La Real Academia de Bellas Artes de San Carlos, en Valencia (figura 4.6) fue la segunda academia constituida en España, inaugurada el 14 de febrero de 1768, en época del Rey Carlos III.



*Fig.4.6. La Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia. Imagen tomada de:*

*<http://www.periodicoeldespertar.com/wp-content/uploads/2016/08/San-Carlos-01.jpg>*

Según los Estatutos de la Real Academia de S. Carlos, del año 1768 (figura 4.7), sus funciones y su organización eran similares a las de San Fernando (Espinós, 2009). Desde su fundación se impartían las

siguientes enseñanzas: Pintura, Escultura, Arquitectura y Grabado, y luego el estudio de Flores que se creó en 1784 según Alejos (2009), debido a la importancia adquirida por la industria de la seda durante las últimas décadas del siglo XVIII, según Aldana (2009) y tal y como queda recogido en la historia de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos en su página web oficial (<http://www.realacademiasancarlos.com/historia/>).

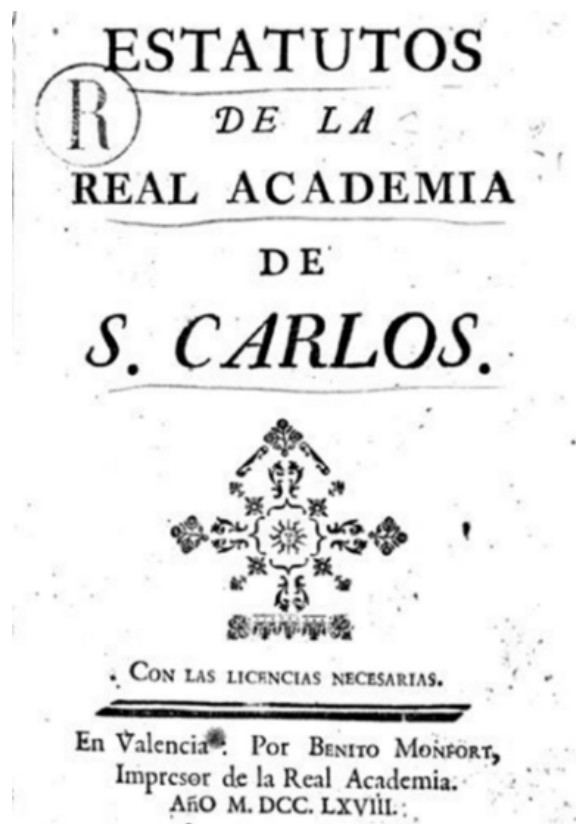


Fig. 4.7. Portada del libro de los Estatutos de la Real Academia de S. Carlos de Valencia del año 1768. Imagen tomada de:

<https://books.google.es/books?id=KmA0iKZjpLIC&pg=PA105&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+CARLOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimpNDOprjdAhXF4IUKHa78BbsQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

Las clases de académicos de la Real Academia de San Carlos, si bien basados en las figuras y cargos de las de San Fernando, diferían de la academia madrileña en algunos cargos y el número de los mismos, según puede extraerse de los Estatutos de la academia valenciana. Ésta constaba de un Presidente, un Vice-Presidente, dos Consiliarios, dos Vice-Consiliarios, un Secretario, los Académicos de honor que se juzgaran convenientes, un Director General, dos Directores de Pintura, dos de Escultura, dos de Arquitectura, uno de Grabado, un *Teniente* Director de Pintura, otro de Escultura y otro de Arquitectura: los Académicos de Merito, y los supernumerarios que demostraran el mérito adecuado (figura 4.8).

Sin embargo, los académicos de la Real Academia de San Fernando se preocuparon de que la enseñanza y el reglamento de la Real Academia de San Carlos fueran iguales a los de la academia madrileña. En este sentido, ofrecieron libros (fundamentalmente de arquitectura) y se preocuparon de mandar dibujos de los profesores de Madrid a modo de ejemplos y modelos (Ruiz, 1999).

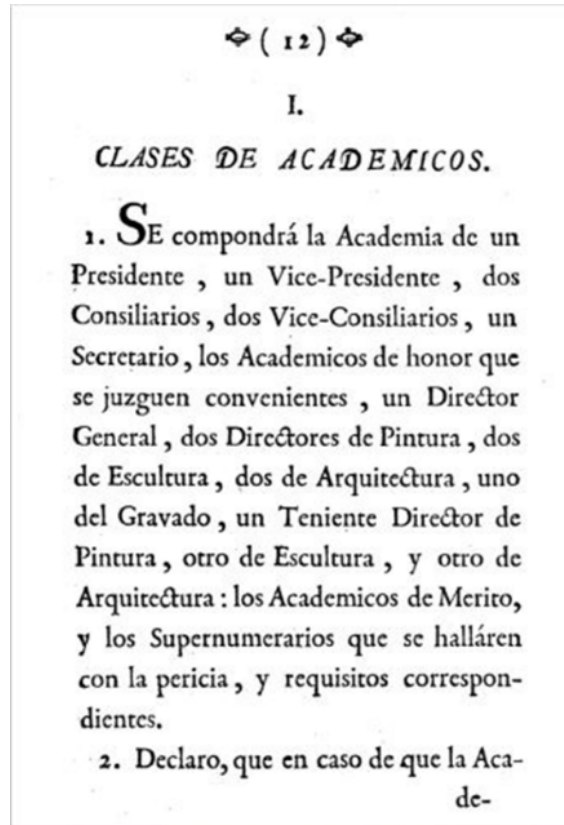


Fig.4.8. Las clases de los Académicos de la Real Academia de S. Carlos. Imagen adaptada del libro de los Estatutos de la Real Academia de S. Carlos en Valencia del año 1768:

<https://books.google.es/books?id=KmA0iKZjpLIC&pg=PA105&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+CARLOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimpNDOprjAHXF4IUKHa78BbsQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

Las Clases de la Academia de San Carlos se organizaban partiendo de una enseñanza común para todos, llamada clase de *Principios* o de *Principios de estampas* impartida por los *tenientes* en su calidad de profesores auxiliares. A esta la seguía la clase de modelo en *blanco*, es decir, clase de estatua (o fragmentos de ella), compartida por

dibujantes y escultores. También la clase Natural, el siguiente estadio en la formación, fue compartida por pintores, dibujantes y escultores, distribuidos en una serie de graderías, de forma que de la pose de un solo modelo pudieran aprovecharse las diversas disciplinas, con el ahorro consiguiente (Ruiz, 1999).

Según puede extraerse de los Estatutos de la Real Academia de San Carlos del año 1768, para que un profesor fuera admitido en la clase de un Académico de Mérito, éste tenía que entregar al Presidente un Memorial con expresión de su Patria (documento de acreditación de su nacionalidad) y una obra de su profesión, en el caso de la Escultura, una estatua de bulto redondo o un bajo relieve en barro, cera o piedra (figura 4.9).

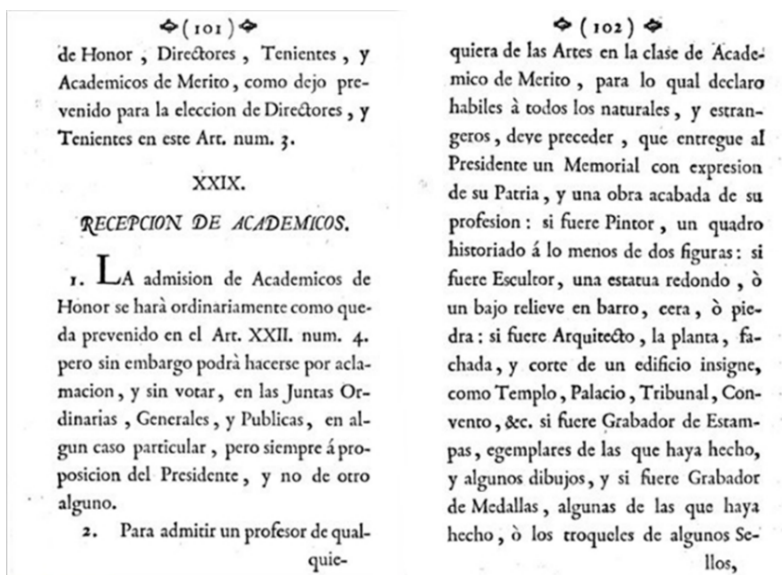


Fig.4.9. Condiciones de la admisión de los académicos de mérito. Imagen adaptada del libro de los Estatutos de la Real Academia de S. Carlos en Valencia del año 1768:

*<https://books.google.es/books?id=KmA0iKZjpLIC&pg=PA105&dq=estatutos+de+la+real+academia+de+bellas+artes+de+san+CARLOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimpNDOprjdAhXF4IUKHa78BbsQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>*

A su vez, los Directores de Escultura y Pintura alternaban por meses las salas del Modelo vivo y del yeso. El encargado de la sala de yeso ponía las estatuas o los bustos (previamente aprobadas por elección de la Academia), y la cambiaba cuando juzgaba conveniente; por su parte, el encargado de la sala de Modelo vivo tenía la libertad de poner la pose del modelo que estimara conveniente, y cambiarla en el momento que considerara.

En el año 1828, la Real Academia de San Carlos realizó nuevos estatutos, que modificaban en parte el acceso a las clases de la Academia. En la clase de Escultura, además tenía que presentar un Memorial venía acompañado de un bajo relieve de barro cocido o cera y sobre asuntos históricos o fabulosos, y luego se presentaba ante la Comisión de su clase cual les hacían preguntas sobre su obra, y el aspirante debía defender su obra razonadamente, y responder a las preguntas que proponían los Examinadores, según consta en el archivo de los Estatutos de la Real Academia del año 1828.

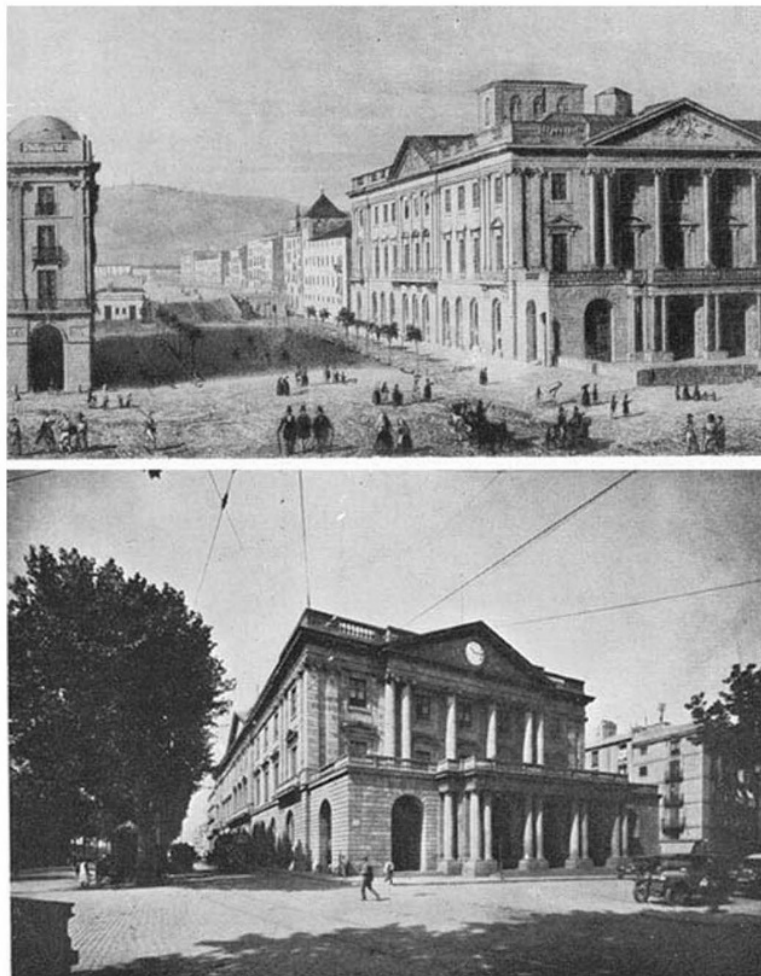
Ya en el año 1868 el Estado, aunque suprimió todas las Escuelas de Bellas Artes, excepto la de Madrid, la Diputación Provincial confió a la Academia de San Carlos la dirección de los estudios de Pintura y Escultura y por Real Decreto de 11 de septiembre de 1903, se daría validez oficial a los estudios realizados en ella, según la página web oficial de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos en su página web oficial (<http://www.realacademiasancarlos.com/historia/>).

La función de la Real Academia de S. Carlos, se ve influida por la de San Fernando, en especial por la simplificación de los planes de estudios, los materiales usados o las salas de las clases de artes. Actualmente la Facultad de Bellas Artes de San Carlos, por el Real Decreto 968/1978, pertenece a la Universidad Politécnica de Valencia.

#### **4.1.4. La Escuela Gratuita de Diseño de Barcelona**

La fundación de una Cátedra de Dibujo el 25 de enero del 1775 por parte de la Junta de Comercio de Cataluña, la cual constituyó un rotundo éxito que provocó sucesivas ampliaciones hasta 1787, acabó constituyendo una verdadera Escuela. Situada originalmente en el edificio de San Sebastián, pronto fue trasladada a la Casa Lonja (Reira y Soler, 2010).

En los Estatutos de la Escuela Gratuita de Diseño de Barcelona (figura 4.10), como lo señala Escolano (1988), se definía los objetivos y los modelos de enseñanza de la escuela pretendiendo formar, por los medios de los principios del Dibujo, perfectos pintores, escultores, arquitectos y grabadores. Además el reglamento precisaba que la escuela estaba abierta gratuitamente a todos los artistas y artesanos de la ciudad, lo cual era un hecho destacado.



*Fig.4.10. Dos vistas del Edificio Casa Lonja, últimos años del siglo XVIII y principios de siglo XIX. Imagen adaptada de:*

*<https://seguicollar.files.wordpress.com/2007/09/exteriorlalonja.jpg>*

Al igual de la Academia Real de San Fernando y San Carlos, la Escuela de Diseño de Barcelona tuvo las mismas clases de enseñanza: Pintura, Escultura, Arquitectura y Grabado. Según el Reglamento de La Escuela de Nobles Artes establecida en Barcelona a expensas de la Junta



de Comercio del año 1839 ([https://books.google.es/books?id=LGV7WW2\\_GDkC&printsec=frontcover&dq=el+Reglamento+de+La+Escuela+de+Nobles+Artes+Establecida+en+Barcelona+a+Espensas+de+la+Junta+de+Comercio+del+a%C3%B1o+1839&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi0\\_-eWtLjdAhVHQhoKHUwuAZIQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=LGV7WW2_GDkC&printsec=frontcover&dq=el+Reglamento+de+La+Escuela+de+Nobles+Artes+Establecida+en+Barcelona+a+Espensas+de+la+Junta+de+Comercio+del+a%C3%B1o+1839&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi0_-eWtLjdAhVHQhoKHUwuAZIQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false)), se definía que la escultura tenía que por objeto imitar la naturaleza por medio de la plástica. El alumno se iniciaba en la materia mediante la copia de las estatuas de los antiguos, y siguiendo con la composición de bajo-relieves, estatuas o grupos a imitación de aquellos, así como el estudio y la técnica de trasladar de la plástica (barro) al mármol y la madera. Otra de las materias más importantes era el estudio del cuerpo humano, mediante estudios de anatomía y la proporción, las cuales se llevaban a cabo en las Clases de Modelo y Natural. Así también, los profesores les explicaban a los alumnos las advertencias necesarias para el conocimiento de la osteología, miología y simetría del hombre, usando de apoyo dibujos de autores buenos y modelos de yesos.

En el año 1849 se transformó en la Escuela Provincial de Bellas Artes, impartándose la enseñanza de las nobles artes: Escultura, Pintura y Arquitectura. Casi un siglo después, según la página web oficial de la Facultad de Bellas Artes de Universidad de Barcelona (<https://www.ub.edu/portal/web/bellasartes/historia>), en el año 1940 y por el decreto real de 30 de junio, se separó el área de Bellas Artes de las enseñanzas aplicadas, dando lugar a la Escuela de Bellas Artes de San Jorge. Más tarde, en el año 1978, y por el Decreto Real del BOE-A-1978-

12743, se convierte en la actual Facultad de Bellas Artes, ubicada en el Campus de la Diagonal y formada por cinco edificios.

La Facultad de Bellas Artes de Barcelona, desde su germen como Escuela de Diseño hasta hoy en día, se ha ido adaptando a las diferentes condiciones y necesidades de su entorno, para alcanzar diferentes objetivos, adaptándose a los diferentes planes de estudios y pasando de un carácter más centrado en el oficio, al actual sistema universitario, donde también se enseña a pensar y actuar como artista, al igual que el resto de facultades históricas de Bellas Artes del panorama nacional.

#### **4.1.5. La Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Sevilla**

En el caso de la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel en Sevilla, sus primeros antecedentes pertenecen al año 1660 (ver figura 4.11.) cuando Bartolomé de Esteban Murillo, Francisco de Herrera el Mozo, Juan de Valdés Leal, Sebastián de Llanos y Valdés y otros insignes pintores y artistas fundaron en la Casa Lonja de esta ciudad una Escuela para la enseñanza de las Bellas Artes, que funcionó hasta fines del siglo XVII, según su propio archivo histórico, disponible en la página web oficial de dicha Real Academia (información disponible en [http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page\\_id=2](http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page_id=2)).

Comenzó como Escuela de Nobles Artes, siendo la primera institución de enseñanza artística de Escultura, Pintura y Arquitectura en Sevilla, y en sus inicios tuvo muchas dificultades económicas hasta que en 1771 consiguió, siendo fiel al estilo oficial, la protección regia de Carlos

III, que ofreció ayudas económicas que fueron creciendo sucesivamente (1773 y 1775).

Esta escuela fue guiada por estatutos similares a los de la Academia Real de Nobles Artes de Valencia, y seguía sus modelos de enseñanza, basados claramente en la representación de la figura humana mediante la copia de vaciados de estatuas clásicas así como de modelos vivos. Además, su plan de estudios contó con la enseñanza de diversas disciplinas científicas tales como las matemáticas, la geometría, etc. (Mellado, 2004). Según la página web oficial de la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría ([http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page\\_id=2](http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page_id=2)), en el año 1827 se modificó el Reglamento o el Plan Gubernativo para el régimen de las Escuelas de Nobles Artes, y desde esa fecha se anhelaba el aumento del rango de la Escuela pretendiendo equipararse a la Academia de San Carlos en Valencia. Este hecho se produce finalmente cuando la Reina Gobernadora Doña María Cristina, en nombre de su hija la Reina Isabel II, accede en 1843 al nombramiento de la Real Escuela como Real Academia de Nobles Artes de Santa Isabel de la Hungría. En la segunda mitad del siglo XVIII, el esquema de la Real Academia de Bellas Artes de Sevilla adoptó el modelo francés y siguió los pasos de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.



*Fig.4.11. Cartel de La Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de la Hungría.*

*Imagen Tomada de: [http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page\\_id=2](http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page_id=2).*

El 8 de julio de 1892 las enseñanzas artísticas pasaron por decreto a depender del Rectorado de la Universidad, y la Academia pasó a encargarse de tareas culturales, de urbanismo, museísticas, organización de exposiciones, etc. En 1921 la Academia pasa a llamarse "Santa Isabel de Hungría" y seguía rigiéndose por el reglamento de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. En 1942 se aprueba el nuevo reglamento de la corporación por orden de 3 de diciembre, estando vigente hasta el 16 de diciembre de 1980, fecha en que se aprobaron otros nuevos. Actualmente se rigen por el reglamento aprobado por orden de 6 de marzo de 2001 (boja nº 37, de 29 de marzo de 2001). Hacia mitad de siglo comparte sede en el Museo Provincial con la comisión de monumentos de Sevilla y en 1979 se trasladan a la actual sede donde comparten edificio con la Real Academia de Buenas Letras, según la

página web oficial de la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría ([http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page\\_id=2](http://www.realacademiabellasartessevilla.com/?page_id=2)).

#### **4.1.6. La Escuela de Bellas Artes del País Vasco**

En el caso de la enseñanza del arte en el País Vasco, fue uno de los más conflictivos en los últimos años, hubo muchas controversias en torno a cómo proceder. Según Guasch (1985), por la escasez de los centros de enseñanza artística, se dieron diferentes alternativas procedentes tanto del gobierno central como de los artistas vascos, sobre todo, Oteiza. Estos factores, las frustraciones de posguerra y las ilusiones de una Universidad Vasca de arte se aunaron y su fruto fue la realización de la Escuela Superior de Bellas Artes de Bilbao, creada por el Decreto-ley, el 21 de noviembre de 1969. Sin embargo la enseñanza artística en el País Vasco se inició después de la Guerra Civil, tras haber cerrado la Escuela de Artes y Oficios o la Escuela de Achuri por la guerra (fue una Escuela de mucho prestigio la que había dado clases en su docencia artistas importantes como Arteta y Tellaetxe). Según apuntan Martínez Gorriarán y Agirre (1995), cualquier tipo de arte realizado en las zonas dominadas “provincias traidoras” (Vizcaya y Guipúzcoa) pasaba a ser automáticamente sospechoso de alentar el separatismo y de atentar, por tanto, contra los ideales que defiende el régimen (Macazaga, 2014). Así pues:

*“[...] La mera existencia de corrientes culturales distintas de la oficial –en arte, la dictadura por la camarilla de Eugenio d’Ors y su Academia Breve de Crítica de Arte- se percibía como una potencial amenaza política. Por tanto, la dictadura de la primera época se dedicó a borrar la memoria del arte disidente o*

*que, simplemente, no encajaba en el esquema. El boicot fue tan eficaz que Lecuona, Cabanas, Guezala, Balenziaga, y muchos otros cayeron en el olvido hasta prácticamente nuestros días. Hubo también otra represión más material y concreta: a José Arrúe, por ejemplo, le destruyeron más de cien cuadros, en 1948 prohibieron el Boletín de la Asociación de Artistas Vizcaínos, y la Escuela de Artes y Oficios de Bilbao, clausurada so pretexto de la guerra, no se reabrirá hasta 1969.*

*Descabezado el movimiento moderno, ninguneados los artistas emigrados y los del exilio interior, hacia 1950 el arte vasco parecía condenado otra vez a partir de cero. Sin embargo, su semilla había prendido y casi de inmediato surgieron nuevos artistas fieles a la tradición moderna” (Agirre y Martínez Gorriarán, 1995).*

En la época, por todos los problemas políticos y por el vacío docente artístico que había en la capital vasca, se decidieron, para intentar subsanar estos problemas, a crear un taller de enseñanzas o academia patrocinada por la Asociación Capital Vizcaína, y se preocuparon en 1947 por la posibilidad de la instalación por una Escuela Superior de Bellas Artes (Guasch, 1985), como comenta Juan de Aróstegui (1972):

*“Ni que decir tiene que la Asociación Artística Vizcaína veía con buenísimos ojos la creación y la puesta en marcha de esta aspiración que existía y existe latente en Bilbao entre la juventud con inquietudes artísticas y entre los amantes de las artes plásticas, desde que cerró la Escuela de Artes y Oficios, de donde salieron tantos insignes artistas... La Asociación Artística Vizcaína se puso desde un principio a la disposición de quienes querían promover tan feliz iniciativa y nuestro presidente, en el discurso inaugural de la Academia, en el presente curso dio cuenta de que existía el proyecto y que la Academia serviría*

*para preparar a los muchachos que tenían dichas aspiraciones para poder hacer el ingreso en condiciones óptimas y no fueran rechazados por falta de preparación.*

*Entonces hacíamos votos para que pronto pudiéramos celebrar con júbilo tal acontecimiento, pues la creación de la Universidad Artística es tan necesaria como la Escuela Normal de Maestros, sin la cual no salen quienes pueden enseñar a los párvulos”.*

Pero la acción deseada no tuvo éxito, aunque continuaron los intentos de petición, sobre todo de Jorge Oteiza, según Guasch (1985). Sobre la importancia de la educación artística y su enseñanza comenta el propio Oteiza:

*“El arte transforma el mundo, suele afirmar la crítica de arte, pero lo que transforma es al artista en un hombre libre y la educación estética (que el artista libre tiene la misión de transformar y transmitir) es la que gradúa al hombre en libertad, y estos hombres libres son los que tienen que transformar la realidad. Y os digo esto, que sin educación estética, tener la seguridad, cualquier tipo de educación es, políticamente, incompleta” (Oteiza, 1984).*

En el año 1950 propuso el propio Oteiza al director general de Bellas Artes, Marqués de Lozoya, la creación de una Escuela Superior de Bellas Artes en San Sebastián y la propuesta fue rechazada. Según (Ariibas, 1979), el propio artista dijo que la respuesta a su solicitud fue la siguiente: *“Ustedes los vascos, no tienen tradición artística, no tienen ni tendrán Escuela.”*

Posteriormente se abrieron dos vías para la solución del problema según (Guasch, 1985), una de ellas fue oficial y gubernamental, con la

creación de la Escuela de Bellas Artes en Bilbao, y la segunda fue podría calificar de abertzalista, con la dominada Escuela Experimental de Arte de Deba.

Los cuatros primeros directores de la Escuela Superior de Bellas Artes de Bilbao tenían vinculación con la Escuela Superior de Bellas Artes de Barcelona. Como en el instante de la formación del centro artístico en el País Vasco no había profesores titulares preparados para la enseñanza docente, por la falta previa de centros oficiales de enseñanza artística, el primer Director de la Escuela José Milicua (1970 - 72), invitó, por un lado, a profesores de Barcelona, donde residía y era Catedrático y, por otro lado, invitó también a artistas locales tales como Oteiza, Mendiburu, etc. Sin embargo estos últimos rechazaron la invitación y negaron la colaboración porque el estado no les ofrecía las compensaciones que querían, de forma que solo tres artistas vascos formaron una parte de la docencia centro, el escultor Vicente Larrea (un curso), Ibarrola (un mes) y Cudín (un curso). De esta manera la evolución de la Escuela de Bellas Artes de Bilbao fue en su mayor parte por profesores foráneos (Guasch, 1985 y Macazaga, 2014).

El inicio de la vinculación de la Escuela de Bellas Artes en la vida cultural vasca de forma directa fue, según (Guasch, 1985) en el periodo 1976 - 78, pero este impacto no fue a nivel académico sino que planteó una revisión del estado de cuestión del arte vasco actual a través de conferencias, mesas redondas, cursos, etc.

Con el Real Decreto 968/1978, la Escuela pasó a ser Facultad de Bellas Artes. A finales de noviembre de 1979, se juntaron algunos artistas



como Oteiza, Basterretxea, Mendiburu, Ibarrola, Balerdi (apoyados epistolarmente por Chillida), para formar parte de una comisión que se entrevistó con el consejero de cultura del Consejo General Vasco, Gotzon Olate, con el objetivo de recabar apoyo para la actualización y euskaldunización (dar carácter vasco) de la Facultad de Bellas Artes de Bilbao. La Comisión creada al respecto, en relación con la autoridad académica, tenía como fin responsabilizarse de la dirección o decanato de la Facultad, cosa que se logra a principios de 1981, al ser nombrado decano Pedro Manterola, pintor y ensayista navarro (Guasch, 1985).

Según Macazaga (2014), de los múltiples intentos por tratar de euskaldunizar la Facultad de Bellas Artes resalta el programa realizado por los artistas y alumnos de la Escuela en junio de 1971 (Programa aprobado en asamblea realizada en Bilbao el 11 de junio de 1971 por artistas plásticos y alumnos de la Escuela de Bellas Artes). En él detallan ampliamente cuatro puntos que consideran fundamentales: cuál debe ser la función social del arte, qué condiciones de vida debe tener un artista, cuál debe ser el status social de la profesión y qué tipo de educación artística debe impartirse. Los 4 puntos, recogidos en Guasch (1985) son los siguientes:

*“- Las artes plásticas, con su aportación, contribuyen de una manera irremplazable a la formación de una conciencia colectiva, en la marcha de la humanidad hacia el progreso.*

*- La obra de arte ayuda a tomar conciencia de los hechos que rodean al hombre. Eleva el gusto y la sensibilidad, los sentimientos, los pensamientos y los principios morales del hombre.*

*- El arte refleja lo típico, lo general, lo esencial de las cosas a través de lo individual, expresa la fisonomía, la personalidad, la historia del pueblo.*

*- El arte vasco es un claro exponente de nuestra cultura y la cultura es un medio dinámico de edificación de una nacionalidad, que se sitúa por encima de divisiones étnicas o de concepciones exclusivistas sobre lo nacional.”*

Esta Facultad, junto a la de Vigo, La Laguna, Salamanca, Castilla La Mancha, Granada o Altea, son de creación más recientes y han estado vinculadas con Escuelas de Arte y Oficios Artísticos establecidos previamente en estas ciudades.

## **4.2. RECORRIDO HISTÓRICO DE LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LAS FACULTADES DE BELLAS ARTES ESPAÑOLAS**

### **4.2.1. Introducción**

Realmente el origen de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes es reciente. Su inicio puede remontarse al año 1984, a la investigación en la Universidad de La Laguna del profesor titular Eduardo Capa Sacristán, del Departamento de Escultura de la Universidad de Complutense en Madrid. En ese mismo año llegó Capa a la Isla Tenerife que, debida a su ubicación geográfica aislada de la península, tenía cierta escasez de recursos materiales fundamentales para el funcionamiento de la fundición. Esto se debe también a la inexistencia de una tradición metalúrgica en el Archipiélago Canario. Para continuar con el trabajo de investigación tuvieron que aprovechar y usar las materias primas locales. Antes de la llegada de Capa a La Laguna, la fundición artística no existía como asignatura en sí misma ni en el primer ni segundo ciclo, aunque en algunos casos el concepto de fundición artística estaba incluido en otras asignaturas más amplias (Aguilar, 2002). En este sentido, el propio Aguilar (2001) aclara que cronológicamente la enseñanzas ofrecidas por Eduardo Capa no eran las primeras que se impartían en un centro universitario (aunque sí como asignatura propiamente dicha), ya que en realidad hay que aclarar que la primera propuesta docente, pionera en fundición artística en este marco, se realizó precisamente en la Facultad de Bellas Artes de Madrid en 1982, y se debe a la labor emprendedora de Venancio Blanco Martín, escultor que ha desarrollado su actividad

educativa en la Escuela de Artes Aplicadas y Oficios Artísticos. Señala Aguilar (2001) que este profesor fue la clave del estudio y la evolución de la enseñanza de la fundición artística en España, no sólo por acometer estas acciones dentro de la Universidad y las Escuelas de Arte, sino por el entendimiento de las posibilidades plásticas de este medio, hecho que ejemplifica perfectamente su obra escultórica. Aunque este curso realizado por Venancio Blanco no se pueda considerar una enseñanza programada o de carácter oficial como los cursos de doctorado o las asignaturas regladas, es una acción realizada dentro del marco de la Universidad. Debido a estas circunstancias, la Universidad Complutense de Madrid y su Facultad de Bellas Artes, en el curso académico 82/83 presentaba, a priori, las condiciones más favorables para instituir la enseñanza de la fundición dentro de los estudios artísticos. Sin embargo este hecho no se dio, siendo asumido este papel años más tarde por la Facultad de Bellas Artes de La Laguna.

Adaptar la fundición artística al sistema docente fue el primer perfil investigador adoptado por el profesorado, con el objetivo de facilitar la formación artística de los estudiantes y no dificultarla, como en un primer instante pensaron muchos docentes de estos centros. Específicamente, el diseñar la asignatura no sólo implicaba la posibilidad técnica del proyecto, sino que resultaba fundamental el determinar unos contenidos que se ajustaran al marco educativo (objetivos generales, medios económicos, horarios, etc.). De entre éstos destaca especialmente la incorporación y posterior modificación de técnicas como la cáscara cerámica, una de las técnicas de fundición más común en las enseñanzas de fundición en las facultades actualmente (Aguilar, 2002).

La aparición de la técnica de fundición artística en las facultades españolas se debe al escultor y docente David Reid, que trabajó lo largo de tres años en la Central Saint Martin's School de Londres, convirtiéndose en el más cualificado referente de la investigación en fundición artística en el ámbito internacional. La investigación y la experiencia del curso de doctorado del profesor Capa del año 1991 en La Laguna y la búsqueda de recursos y materiales alternativos para adaptar al entorno académico las técnicas tradicionales de la fundición llevó a Juan Carlos Albaladejo González (1952, Catedrático en la ULL, perteneciente al Departamento de Escultura, especialista en fundición y técnicas mixtas), a Londres donde conoció a Reid, invitándolo a impartir el primer curso de cascarilla cerámica ofrecido en una universidad española. Sin embargo, el éxito de ese curso se debe a la asistencia de gran parte de los docentes de las facultades de Bellas Artes españolas interesados por dicha actividad, publicando los contenidos de este curso en sus respectivas Facultades de Bellas Artes. La fórmula de los cursos ha sido el medio que posteriormente el profesor Capa ha utilizado para dar a conocer a las demás universidades parte de las investigaciones llevadas a cabo en Tenerife (Aguilar, 2002).

Por otro lado, según Aguilar (2002) la enseñanza de los contenidos de fundición artística en el tercer ciclo, anteriormente en los cursos de doctorado y actualmente en másteres oficiales, suelen impartirla en las universidades españolas los profesores que habitualmente se ocupan de esta materia en el primer o segundo ciclo, porque la progresión deseada en la complejidad y distinción de los contenidos está en las manos del mismo profesorado que organiza y administra las enseñanzas

precedentes. Si no fuera el mismo profesorado quien propusiera los contenidos de la asignatura en el tercer ciclo, debe haber una coordinación entre docentes de las asignaturas de primer y segundo grado con los docentes de tercer ciclo, a fin de evitar repetir los mismos procesos y contenidos, permitiendo desarrollar y alcanzar nuevos objetivos de esta materia en el concepto académico.

No obstante hay que señalar la heterogeneidad de la enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas, provocada en parte por los continuos cambios de planes de estudio y otras modificaciones internas y, por otra, por la propia idiosincrasia heterogénea de los diferentes estudios de tercer ciclo según cada universidad. Además, hoy en día no en todas las facultades de Bellas Artes se imparte como tal la asignatura de Fundición Artística, sino que sus contenidos (generalmente sólo algunos de ellos) quedan englobados en asignaturas más genéricas.

A continuación se hace un recorrido histórico de la evolución de la fundición artística en el campo de la docencia desde sus inicios hasta hoy en día, basada en los planes de estudios de las facultades de Bellas Artes españolas.

#### **4.2.2. Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense**

Según la página web oficial de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid ([https://www.ucm.es/historia\\_ucm\\_facultad\\_bellas\\_artes](https://www.ucm.es/historia_ucm_facultad_bellas_artes)), la Facultad de

Bellas Artes de la UCM se forma en 1978 como resultado del tercero y definitivo proceso integrador de las enseñanzas artísticas a los estudios universitarios en España. El primero se había realizado entre 1857 y 1866, y el segundo en 1892, año en que las Escuelas de Bellas Artes se pusieron bajo la autoridad de los Rectores de las respectivas universidades (figura 4.12). En sus primeros planes de estudios la Licenciatura en Bellas Artes constaba de dos ciclos con un total de cinco cursos (el primer ciclo tenía tres cursos y el segundo dos).

Más tarde en 1997, mediante los Reales Decretos 1497/1987 (información obtenida de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-27707>) y 1432/1990 (información obtenida de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-27885>), se modificaron los planes de estudios de Licenciatura, con una duración total entre cuatro y cinco años, y una duración por ciclo de, al menos, dos años. Los distintos planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Licenciado en Bellas Artes determinaban, en créditos, la carga lectiva global que en ningún caso era inferior a 300 créditos ni superior al máximo de créditos que para los estudios de primero y segundo ciclos permitía el Real Decreto 1497/1987. En ningún caso el mínimo de créditos de cada ciclo era inferior a 120 créditos. La equivalencia de cada crédito con el número de horas era de 10.



*Fig. 4.12. Construcción de la Escuela de Bellas Artes y la Academia de San Fernando en 1966. ARCM, Fondo Fotográfico Martín Santos Yubero. Imagen adaptada de: [http://open.ieec.uned.es/HussoDigital/wp-content/uploads/UCM/18BellasArtes/2BELLAS%20A%201966%20SY24813\\_003.jpg](http://open.ieec.uned.es/HussoDigital/wp-content/uploads/UCM/18BellasArtes/2BELLAS%20A%201966%20SY24813_003.jpg)*

Actualmente, con la implantación de los Grados, el nuevo plan de estudio de Grado en Bellas Artes actualizaba la carga lectiva en créditos ECTS, en total 240 créditos (cada crédito ECTS corresponde a unas 25 o 30 horas, según cada universidad), según Resolución de 28 de mayo de 2010, de la Universidad Complutense de Madrid, por la que se publicaba el plan de estudios de Graduado en Bellas Artes (información obtenida de: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-9863](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-9863)), que es el plan que se imparte en la actualidad. Esta evolución de los planes de estudios ha pasado en casi todas las facultades de Bellas Artes españolas, con diferencias de los años de aprobación de los diferentes planes de cada una.



Sobre la fundición artística en el ámbito académico de la Facultad de Bellas Artes de la UCM y según los estudios de José Antonio Aguilar (2000), nunca se ha recogido de manera formal como una asignatura propia. Sin embargo han existido iniciativas diferentes que han desarrollado dos tipos de actividades bien diferenciadas que han recogido la enseñanza de la fundición. Las primeras se plantearon a modo de cursos enfocados a los alumnos de la especialidad, se celebraron en dos ocasiones, y se realizaron gracias a las propuestas aisladas de dos profesionales, Fernando Capa y Venancio Blanco (Aguilar, 2001). Como ya se explicaba anteriormente, las iniciativas llevadas a cabo por Venancio Blanco Martín en 1982 no acabaron consolidándose. La segunda iniciativa, en el curso 89/90 (perdurando durante el plan antiguo de Licenciado en Bellas Artes), fue un curso de Doctorado y el responsable fue el Prof. D. José Luis Parés. El programa de este módulo se denominaba “*Espacio y forma escultórica*” y el título del curso “*Propiedades plásticas del soporte escultórico.*” (Aguilar, 2001).

Actualmente, con el plan de Bolonia (Grados) hay una asignatura que contempla la enseñanza de contenidos relacionados con la fundición:

- Asignatura: “Pequeños Formatos en Escultura: Técnicas de Edición y Seriación”. Tipo de asignatura: optativa, tercer curso. Prof.: Consuelo de la Cuadra. Objetivos de la asignatura: preparación de esculturas de pequeño formato en el terreno de la medallística, desde el modelado en relieve hasta la tridimensión. Desarrollo de numerosos procedimientos e investigación de conceptos relacionados con procesos en diferentes materiales y técnicas, así como las posibilidades de seriación y edición, por medio de

moldes, reducciones, cocciones y preparación de ceras para fundición y/o resinas de diferente composición y carga para su presentación (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en <https://www.ucm.es/gradobellasartes/pequenos-formatos-en-escultura-tecnicas-de-edicion-y-seriacion>).

Por otro lado, basándonos en las investigaciones de Aguilar (2001) y en informaciones disponibles en la página web oficial de la Facultad de BBAA de la UCM, a continuación se detallan aquellos cursos o actividades de carácter complementario relacionadas con la fundición artística:

- 1982/83. Curso: “Fundición a la cera perdida”, Contenido del curso: Técnica tradicional de Chamota. Prof.: Venancio Blanco Martín.
- 1984. Curso: “Fundición a la cera perdida”. Contenido del curso: Técnica tradicional de Chamota. Prof.: Fernando Capa Sanz.
- 1985. Curso: “Fundición a la cera perdida”. Contenido del curso: Técnica tradicional de Chamota. Prof.: Fernando Capa Sanz.
- 2016. Curso: “Seminario de Fundición”. Prof.: Pablo De Arriba  
Contenido del curso:
  - a. Elaboración de modelos en cera destinados a la reproducción en metal por el procedimiento de la cera perdida.
  - b. Las estructuras de bebederos y respiraderos. Diversos sistemas y materiales para la elaboración de moldes de fundición: cilindros de picadizo y cascarilla cerámica.

- c. El quemado de la cera o descerado. La fundición del bronce y el llenado de los moldes: la colada.
- d. El repasado y la pátina.

Paralelamente también se han realizado dos investigaciones relacionadas con la fundición artística:

- Kahle, X., Parés, J.L. (2006). Propiedades Plásticas en el Soporte Escultórico. Artículo para La fundición artística en la universidad española: La docencia. Ed. Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos, Ministerio de Educación y Ciencia, Generalitat Valenciana. ISBN: 978-84-611-8323-4.
- Kahle, X., Parés, J.L., Cerrada Macías, M. (2008). Propiedades Plásticas en el Soporte Escultórico. Fundición en Bellas Artes. Ed. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. ISBN: 978-84-691-8191-1.

### **4.2.3. Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia**

La Facultad de Bellas Artes de Valencia se incorporó, como se vio anteriormente, a la Universidad Politécnica de Valencia en 1979 (figura 4.13).



*Fig. 2.12. Pintura mural en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia. Imagen adaptada de: <https://www.minube.com/rincon/pinturas-murales-paredes-facultad-de-bellas-artes-a674491#gallery-modal>*

Su primer plan de estudios de Licenciatura se modificó en 1982, y se aprobó el segundo plan de estudios de Licenciatura en 1993, según la resolución 23969 de 8 de junio de 1993, con una duración en el primer ciclo de 3 años y de 2 años en el segundo ciclo, con total de créditos 375 créditos. Posteriormente, según BOE núm. 137/ 6004, de Resolución de 16 de mayo de 2014, se instauró el nuevo plan de estudios de Graduado en Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, que sigue vigente en la actualidad.

Con respecto a la impartición de contenidos relacionados con la fundición artística, en los planes de estudios de Licenciatura, se llevó a cabo dentro de asignaturas más amplias, careciendo de asignatura propia (Aguilar, 2000 y Tenas, 1997):

- Año: 1995-1996. Asignatura: "Procedimientos Escultóricos I". Tipo de asignatura: optativa, primer ciclo. Prof.: Carmen Marcos Martínez. Objetivos de la asignatura: conocer y comprender los materiales y métodos relativos a los metales, con especial hincapié en la fundición, experimentar diferentes procesos que materialicen los conocimientos adquiridos y desarrollar la creatividad personal a través del conocimiento de los métodos y técnicas de conformación del metal, comprender la fundición como un medio tecnológico para el desarrollo de una poética expresiva.
- Año: 1997-1998. Asignatura: "Taller de Fundición y Forja". Tipo de asignatura: optativa, segundo ciclo. Prof.: Jaime Tenas Fernández. Objetivos de la asignatura: desarrollo de poéticas escultóricas, a partir de las técnicas de fundición, mediante la generación de procesos de conformación y tratamientos, tanto térmicos, mecánicos como químicos, de dichos materiales metálicos.

Así también, se impartieron contenidos relacionados con la fundición artística en tercer ciclo, en los cursos de doctorado:

- Año: 1998-1999. Asignatura: "Técnicas de Modelo / Procedimientos de Colada". Tipo de asignatura: curso de

doctorado, tercer ciclo. Prof.: Vicente Jaime Tenas Fernández, Objetivos de la asignatura: investigación sobre las técnicas de moldeo para colada y los distintos procedimientos de vertido del caldo metálico, así como de su adecuación a las características de la escultura y del material metálico elegido”

Así también, según Aguilar (2000), hubo otras actividades y cursos complementarios de fundición celebrados en esta universidad:

- 1992 (Agosto). Curso: "La fundición de escultura en bronce. Método de la cascarilla cerámica". Prof.: J.C. Albaladejo. U.L.L.
- 1995 (Julio). Curso: "Fundición a la cera perdida: Método de la Chamota". Prof.: J. C. Albaladejo). U.L.L.
- 1996. Curso: "Fire Technologies on the making for Sculpture". (David Reid) Central Saint Martins, London.

De igual manera también se realizaron cursos impartidos por profesores de esta universidad en otros centros:

- 1995. Curso "La tecnología de la fundición como medio para desarrollar una poética expresiva". La cascarilla cerámica. Pro.: Pilar Crespo. Lugar: Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (Argentina).
- 1998. Curso: "Fundición a la cascarilla cerámica". Carmen Marcos Prof. T. U.P.V, Antonio Tomás Marín, Beatriz Piñero. Convoca Pérez Vidal (U.CLM), Cuenca. Lugar: Facultad de Bellas Artes, Universidad de Cuenca. Del 30/11/98 al 4/12/98. 20 alumnos.

Actualmente y según el nuevo plan de estudios “Proceso de Bolonia” hay dos asignaturas de fundición artística propiamente dichas, en 3º y 4º curso:

- Asignatura: “Iniciación a la Fundición Artística”. Tipo de asignatura: optativa, 3º curso. Prof.: Jaime Chornet Roig. Objetivos de la asignatura: la asignatura pretende ser una iniciación al proceso escultórico de la fundición artística. Se trabaja desde proyectos tridimensionales y desde planteamientos propios e individuales, considerando tanto la gestación de la idea, como la elección o elaboración de modelos combustibles. Así como la realización de moldes necesarios y traslado a material definitivo (bronce, latón, zamac, etc.). Se trabajan distintas técnicas y métodos, como la fundición a la cera perdida, el moldeo con arena verde, etc. Las técnicas a desarrollar en clase son las de cascarilla cerámica, arena verde y micro-fusión (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [http://www.upv.es/titulaciones/GBA/menu\\_1014548c.html](http://www.upv.es/titulaciones/GBA/menu_1014548c.html)).
- Asignatura: "Proyectos de Fundición Artística". Tipo de asignatura: optativa. Prof.: María Del Carmen Marcos Martínez. Objetivos de la asignatura: la asignatura plantea desarrollar un proyecto artístico mediante la fundición artística en metal. Se supone una mirada amplia que combine los intereses del alumno con el resto de asignaturas matriculadas para mejorar la calidad del resultado artístico obtenido. (información obtenida

de la guía docente de la asignatura disponible en [http://www.upv.es/titulaciones/GBA/menu\\_1014548c.html](http://www.upv.es/titulaciones/GBA/menu_1014548c.html)).

También se imparte docencia relacionada con la fundición artística en el Máster Universitario en Producción Artística:

- Asignatura: "Técnicas Avanzadas de Fundición Artística". Tipo de asignatura: optativa. Prof.: María Del Carmen Marcos Martínez. Objetivos de la asignatura: desarrollo de un proyecto personal de tipo escultórico cuya expresión plástica se materializa en metal fundido. El aspecto técnico de la asignatura se centra en el proceso de fundición artística con diversas técnicas y materiales (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [http://www.upv.es/titulaciones/MUPAR/menu\\_1014364c.html](http://www.upv.es/titulaciones/MUPAR/menu_1014364c.html)).

#### **4.2.4. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla**

La creación de esta Facultad data de 1978, arrancando en ese mismo año su primer plan de estudio. La Facultad de Bellas Artes de Sevilla, no se adujo al cambio de plan de estudios de 1997, sino que pasó directamente de su primer plan al plan actual de Graduado en 2011, según BOE Núm. 89, Resolución de 18 de marzo de 2011, de la Universidad de Sevilla, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Bellas Artes (disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2011/04/14/pdfs/BOE-A-2011-6778.pdf>)



Al respecto a la enseñanza de la fundición artística, y según la revisión de los planes de estudios de la facultad desde sus inicios y según las informaciones de Aguilar (2000), hasta el plan actual esta facultad no disponía de una asignatura propia de fundición en primer y segundo ciclo, sino que sus contenidos quedaban englobados en otras asignaturas genéricas. Sin embargo, en tercer ciclo sí existía docencia reglada específica de fundición artística (cursos de doctorado). Durante el plan anterior (el plan más antiguo Licenciatura) los cursos de doctorado realizados fueron los siguientes:

- 1991/92. Programa: Artes Plásticas III. Asignatura: “Técnicas de fundición a la Cera perdida.” Prof.: Olegario Martín Sánchez.
- 1992/93. Programa: Bellas Artes I. Asignatura: “Técnica de fundición a la Cera Perdida (I)”. Prof.: Olegario Martín Sánchez
- 1993/94. Programa: Bellas Artes I. Asignatura: “Técnica de Fundición a la Cera Perdida (II).” Prof.: Olegario Martín Sánchez.
- 1997/98. Programa: Escultura E H<sup>a</sup> Del Arte I. Asignatura: “Técnica de Fundición a la Cera Perdida.” Prof.: Olegario Martín Sánchez.
- 1998/99. Programa: Escultura E H<sup>a</sup> Del Arte II. Asignatura: “Técnica de Fundición a la Cera Perdida.” Prof.: Olegario Martín Sánchez.
- 1999/00. Programa: Escultura E H<sup>a</sup> De Las Artes Plásticas I. Asignatura: “Técnica de Fundición a la Cera Perdida.” Prof.: Olegario Martín Sánchez.

Así también, durante este primer plan, se han realizado durante esa época cursos de carácter complementario celebrados en esta universidad:

- 1996 (Junio). Curso: "I Seminario sobre fundición. Técnicas de fundición artística". Responsable y coordinador: Olegario Martín Sánchez. Prof. Colaborador: Jesús Gavira Alba, Constantino Gañán Medina y José Antonio Aguilar Galea. Técnico fundidor: Vicente Pérez de Castro.
- 1997 (Junio). Curso: "II Seminario sobre fundición. En busca de la cera perdida". Responsable y coordinador: Olegario Martín Sánchez. Prof. Colaborador: Jesús Gavira Alba, Constantino Gañán Medina, José Antonio Aguilar Galea. Técnico fundidor: Vicente Pérez de Castro.

Además, hay que señalar otros cursos impartidos por profesores de esta Universidad, aunque su localización quede fuera de las instalaciones de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla:

- 1997/98 (Agosto). José Antonio Aguilar Galea. Ponencia en el "Curso de Dibujo y escultura en bronce", impartido por Venancio Blanco y Luis García Cruz, en Priego de Córdoba.

En la actualidad, con el plan nuevo de estudios (plan de estudios de Graduado en Bellas Artes, BOE Núm. 89, Resolución de 18 de marzo de 2011, de la Universidad de Sevilla, disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2011/04/14/pdfs/BOE-A-2011-6778.pdf>), la materia de fundición artística sí posee una asignatura propia:

- Asignatura: "Fundición". Tipo de asignatura: 4º curso, optativa. Prof.: Constantino Gañán Medina y Olegario Martín Sánchez. Objetivos de la asignatura: la finalidad de la asignatura es que el

estudiante conozca los fundamentos y procesos de la fundición artística (ver figura 4.14) y avance en el desarrollo de su propio discurso artístico, adecuando la aplicación de los procedimientos de la escultura fundida. Para ello debe desplegar una estrategia de experimentación y producción que propicie la innovación (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [http://www.us.es/estudios/grados/plan\\_190/asignatura\\_1900040](http://www.us.es/estudios/grados/plan_190/asignatura_1900040)).



*Fig. 4.14. Proceso de Fundición Artística realizado en la fundición de la Facultad de Bellas Artes de Sevilla. Imagen tomada de: <https://bellasartes.us.es/galeria-de-imagenes/fundicion-artistica>*

Durante los cursos 2011/12 a 2016/17 había una asignatura titulada Fundición Artística, impartida dentro del programa del Máster Universitario en Arte, Idea y Producción, que quedó parada durante el curso 2017/2018, por lo que no fue ofertada según la guía de las asignaturas del Máster. Sin embargo, en el curso 2018-2019 se ha vuelto a retomar (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [http://www.us.es/estudios/master/master\\_M052/asignatura\\_50520017](http://www.us.es/estudios/master/master_M052/asignatura_50520017)):

- Asignatura: "Fundición artística". Tipo de asignatura: optativa. Prof.: Olegario Martín Sánchez. Objetivos de la asignatura: poner al alcance del alumno una serie de estrategias metodológicas conducentes al desarrollo y potenciación de su creatividad a través de la experimentación personal con los materiales y técnicas propios de la fundición. La creación del modelo, su concepto estético y configuración plástica, así como la utilización de la escultura en bronce que se produzca en esta disciplina como contenido de obra artística para su posible incorporación en la realización del TFM.

Por otro lado, hay que destacar dos Tesis Doctorales realizadas en el Departamento de Escultura de esta universidad en torno al tema de la fundición:

- Reina Castro, R. (2014). *Sistemas de colada automática. Nuevos procedimientos en la fundición artística* (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura, Universidad de Sevilla. Sevilla.

- Martín Rivera, V. G. (2015). *La fundición ancestral colombiana: un tejido de procesos técnicos y artísticos en la orfebrería Votiva Muisca* (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura, Universidad de Sevilla. Sevilla.

De igual forma, destacar el Grupo de Investigación HUM491: Técnicas del Bronce (TEBRO) cuyo responsable es el profesor Olegario Martín Sánchez. Sus líneas de investigación contienen:

- a. Contribuir a la Conservación y Seriación del Patrimonio Artístico Andaluz de la Estatuaria en Bronce.
- b. Adecuar Nuevos Materiales y Técnicas Industriales a la Fundición Artística.
- c. Potenciar las Técnicas de Fundición Artística en Nuestra Comunidad.

#### **4.2.5. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona**

Esta facultad, que previamente era la Escuela Superior de Bellas Artes de San Jorge, se incorporó al ámbito universitario en 1978 por el Real Decreto 968/1978, igual a las Escuelas Superiores de Bellas Arts Complutense de Madrid, Valencia, Sevilla y Bilbao. Su primer plan de estudios se inició en los 80. Más tarde en 1995, se produjo una renovación del plan de estudios según el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre y modificado por el R.D. 1267/1994 de 10 de junio, por el que se establecían directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el

territorio nacional. En este nuevo plan de Licenciatura, contando con un total de 330 créditos. Finalmente, según Resolución de 17 de enero de 2013, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publicó el Acuerdo del Consejo de Ministros de 23 de noviembre de 2012, se pasó al actual plan de Grado, inscribiéndose en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-1336](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-1336)).

En el plan Licenciado en Bellas Artes el anterior al actual, según Aguilar (2000), la enseñanza de la fundición quedó reflejada en las siguientes asignaturas:

- Asignatura: “Técnicas de Fundición I”. Tipo de asignatura: Optativa, segundo ciclo. Prof.: Joan Valle. Objetivos de la asignatura: desarrollar los conocimientos necesarios para poder elaborar pequeñas piezas de fundición con el procedimiento de la tierra, desarrollar técnicas de la fusión de bronce, aluminio e introducir las técnicas de moldeo en verde y con aglutinantes sintéticos como las resinas.
- Asignatura: “Técnicas de Fundición II”. Tipo de asignatura: Optativa, segundo ciclo. Prof.: Joan Valle. Objetivos de la asignatura: desarrollar los conocimientos necesarios para poder elaborar pequeñas piezas de fundición con el procedimiento de la tierra, desarrollar técnicas de la fusión de bronce, aluminio e introducir las técnicas de moldeo en verde y con aglutinantes sintéticos como las resinas.

Con el plan actual de Grado en Bellas Artes, la fundición artística queda recogida en la siguiente asignatura:

- Asignatura: “Edición Escultórica: Fundición en Metal, Vidrio, Moldes, Elastómeros y Resinas”. Tipo de asignatura: optativa, 3º o 4º curso. Prof.: Joan Valle. Objetivos de la asignatura: desarrollar la capacidad de la creación artística la experimentación con materiales y procedimientos de fundición a la cera perdida (sistema de molde tradicional). Desarrollar la actitud experimental hacia los comportamientos escultóricos de los materiales y de los procedimientos de fundición a la cera perdida. Experimentar los diversos procedimientos de manipulación de las ceras y de generación de modelos. Experimentar el procedimiento de fundición a la cera perdida. Desarrollar y / o experimentar los procedimientos de los acabados. Desarrollar la capacidad de presentación y de lectura de la obra considerando las aportaciones de los materiales y de los procedimientos de fundición, otros aspectos disciplinarios y las interacciones con el espacio (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en <http://www.ub.edu/grad/plae/AccesInformePDInfes?curs=2018&assig=363460&ens=TG1001&recurs=pladocent&n2=1&idioma=ESP>).

#### **4.2.6. Facultad de Bellas Artes de La Universidad de la Laguna**

Los estudios de Bellas Artes empiezan a impartirse en la Isla de Tenerife, según la página web oficial de la Universidad de la Laguna (disponible en <https://www.ull.es/view/centros/bbaa/Historia/es>), con validez académica y rango de Escuela Superior, en 1947 (Orden Ministerial de 22 de diciembre de 1947). Tras su incorporación definitiva a la Universidad de La Laguna como Facultad en 1978 (Real Decreto de 29 de septiembre de 1978), se produjo una renovación y puesta al día de su contenido pedagógico y técnico. Desde entonces, como Facultad de Bellas Artes, se han centrado las enseñanzas en las clásicas materias plásticas como el dibujo, la pintura, la escultura y el grabado, así como en las artes de la imagen y el diseño y en las técnicas de restauración y, también, en la reflexión teórica que genera la complejidad del proceso artístico y sus múltiples interconexiones con la sociedad presente. Su primer plan inició en 1979 (fue modificado en 1984); en el año 1994 se aprobó el plan de Licenciatura con un total de 333 créditos, según resolución de la Universidad de La Laguna de 14 de diciembre de 1993, BOE de 11 de enero de 1994. Y según BOE Núm. 153 Jueves 24 de junio de 2010, de resolución de 30 de abril de 2010, de la Universidad de La Laguna, se produjo el cambio al plan actual de estudios de Graduado en Bellas Artes (información disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/06/24/pdfs/BOE-A-2010-10079.pdf> ).

Con respecto a la enseñanza de la fundición artística, la Facultad de Bellas Artes de la Laguna fue la primera facultad española en su



incorporación al ámbito de la docencia, si bien en sus inicios fue incorporada al tercer ciclo (cursos de doctorado) impartido por Eduardo Capa, escultor con gran trayectoria en técnicas de fundición, como puede comprobarse en la figura 4.15. Esta materia fue añadida al segundo ciclo en el siguiente plan de estudios de Licenciatura en Bellas Artes. Según Aguilar (2001), las asignaturas de primer y segundo ciclo con contenidos de fundición artística que se impartían en este plan eran las siguientes:

- Asignatura: “Introducción al Fuego y a los Metales”. Tipo de asignatura: libre elección, primer ciclo. Prof.: Soledad del Pino León. Objetivos de la asignatura: asignatura teórica y práctica donde el Alumno tiene contacto directo con el metal y el fuego.
- Asignatura: “Fundición”. Tipo de asignatura: optativa, segundo ciclo. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González y Soledad del Pino León. Objetivos de la asignatura: proporcionar información general de las técnicas empleadas en la fundición artística y aprovechamiento creativo del bronce: posibilidades expresivas y materiales, y desarrollo de una metodología en la investigación de nuevas técnicas y materiales en el campo de la metalurgia.



*Fig. 4.15. Proceso de fundición artística en coca, colocando el crisol en el mineral. Eduardo Capa y José Murciego. Año 1957. Toda su experiencia previa fue de gran importancia para incorporar la fundición artística a la docencia reglada. Imagen tomada de: <http://capaesculturas.com/fundicion/historia/english/>*

Así también, en el tercer ciclo se realizaron muchos cursos de doctorado desde sus inicios en el ámbito académico:

- 1983/84. Curso: “Evolución y desarrollo de la fundición escultórica”. Prof.: Eduardo Capa Sacristán.
- 1988/89. Curso: “Fundición a la cera perdida: Alternativas a los medios tradicionales”. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.
- 1989/90. Curso: “Fundición a la cera perdida: Alternativas a los medios tradicionales”. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.
- 1990/91. Curso: “Fundición a la cera perdida: Alternativas a los medios tradicionales. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.
- 1994/95. Curso: “Principios básicos de metalurgia.” Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.
- 1999/00. Curso: “Arqueología metalúrgica: viejas técnicas, nuevos materiales”. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González. Y “Metalurgia de la ficción-creación”. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.
- 1999/00. Curso: “Metalurgia de la ficción-creación”. Prof.: Juan Carlos Albaladejo González.

Además hubo otras enseñanzas y actividades complementarias (fuera de la docencia reglada) que se realizaron en los ámbitos de fundición artística a lo largo del tiempo hasta el cambio de los planes de estudios e su incorporación al nuevo y actual plan Bolonia de Grado en Bellas Artes. Con el plan actual, la enseñanza de la fundición artística queda recogida en las siguientes asignaturas (algunas más genéricas y otras específicas):

- Asignatura: “Creación Artística III (Escultura)”. Tipo de asignatura: obligatoria, 4º curso. Prof.: Soledad Del Pino León, María Isabel Sánchez Bonilla y Román Hernández González. Objetivos de la asignatura: se trabajan técnicas en los talleres de taller vaciado, fundición artística y piedra (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [https://www.ull.es/apps/guias/guias/view\\_guide/17298/](https://www.ull.es/apps/guias/guias/view_guide/17298/)).
- Asignatura: “Taller de Técnicas y Tecnologías IV (Escultura)”. Tipo de asignatura: obligatoria, 4º curso. Prof.: Soledad Del Pino León. Objetivos de la asignatura: técnicas de fundición a la cera perdida, técnica de cascarilla, fundición a la cera pérdida. Técnica de crisol fusible, y repasado y acabado de las piezas: limpieza superficial, soldadura, cincelado, lijado y pátinas (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [https://www.ull.es/apps/guias/guias/view\\_guide/17264/](https://www.ull.es/apps/guias/guias/view_guide/17264/)).
- Asignatura: “Microfusión artística”. Tipo de asignatura: optativa, 3º y 4º curso. Prof.: Soledad Del Pino León. Objetivos de la asignatura: aportar conceptos básicos de fundición: aproximación histórica y contemporánea del proceso metalúrgico de la microfusión. Técnica de cascarilla cerámica: control de granos y capas de cascarilla. Diseño de moldes. Diseño de árboles de fundición. Control de desceres, de tiempos y manipulación de crisoles de microfusión (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en [https://www.ull.es/apps/guias/guias/view\\_guide/15962/](https://www.ull.es/apps/guias/guias/view_guide/15962/)).

#### **4.2.7. Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco**

La Facultad de Bellas Artes de Bilbao (figura 4.16), es de las facultades españolas más recientes. Su primer plan de estudios en 1978 fue un plan experimental, no como las facultades más antiguas que continuaron sus planes sin grandes cambios. En 1982-83, inicia su plan de estudios de Licenciado en Bellas Artes, por Orden de 9/12/82, B.O.E. 25/01/83, ampliando sus instalaciones. En 1995, con la reforma de los planes de estudio, se introduce el crédito como una nueva unidad de valor en torno a la cual se articula todo el plan de estudios, como en la mayoría de facultades españolas. Cada asignatura tiene una valoración en créditos, y un crédito equivale a diez horas lectivas, el total de créditos es 345 (Sáins, 1995). Posteriormente, con el actual Plan de Estudios de Grado, se obtiene el título de Graduado/a tras superar 240 créditos ECTS estructurados en cuatro cursos de 60 créditos, de los cuales 1º y 2º son comunes y 3º y 4º específicos de cada uno de los grados. Dentro de cada grado, según la página web oficial de la Facultad de Bellas Artes del País Vasco (<https://www.ehu.eus/es/web/bellasartes/aurkezpena>) se puede optar por cursar un conjunto de asignaturas vinculadas a una especialización o mención, denominada Minor (30 créditos ECTS).



*Fig. 4.16. Diferentes espacios del Departamento de Escultura, Facultad de Bellas Artes del País Vasco, Bilbao. imagen adaptada de: <http://www.bilbaopedia.info/facultad-bellas-artes>*

La presencia de la fundición artística en esa Facultad fue corta y limitada. En el plan anterior de 1995, hubo dos asignaturas:

- Asignatura: “Fundición a la cera perdida” Tipo de asignatura: optativa, 3º curso. Prof.: X. Laka. Creación: curso 19997/98
- Asignatura: “Taller de fundición de formas aplicadas I y II”. Tipo de asignatura: optativa. Arrancó a raíz de la experiencia de la anterior y se ofreció únicamente en el curso 98/99 (Aguilar, 2000).

Por otra parte, se han realizado otras actividades complementarias relacionadas con el tema de fundición:

- 1995/96. Curso: “La experimentación en fundición”. Fundición a la cera perdida (Chamota). Prof.: José Luis Kinceler.

Actualmente y según el nuevo plan de estudios de la Facultad de Bellas Artes del País Vasco no hay enseñanza de fundición artística ni actividades relacionadas con esta materia, algo llamativo dada la tradición histórica que esta región ha tenido relacionada con la industria del metal (quede como ejemplo los Altos Hornos en los que la escultura de Chillida se magnificó).

#### **4.2.8. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Castilla–La Mancha**

La Facultad de Bellas Artes de Cuenca se creó en 1986, iniciando sus clases en el curso 1986/87 (Ávila, 2008). Según Aguilar (2001), en 1987 comenzó con un plan de estudio compuesto únicamente por tres cursos, y dos años más tarde, en 1989 normalizó su situación equiparando la estructura de la licenciatura a la de las demás facultades de Bellas Artes españolas.

La enseñanza de fundición se impartió en el curso 1999/2000, englobada en la siguiente asignatura:

- Asignatura: “Escultura III”. Tipo de asignatura: troncal, 3º ciclo. Prof.: Pere López Vidal.

Así también hubo un curso de fundición en el año 1998:

- Curso: “Fundición a la cascarilla cerámica”. Prof.: Carmen Marcos (U.P.V), Antonio Tomás Marín y Beatriz Piñero, Convocado por Pere López Vidal.

Actualmente, con el nuevo plan de estudios de Grado, la enseñanza de la fundición se imparte en las siguientes asignaturas:

- Asignatura: “Taller de Escultura I”. Tipo de asignatura: optativa, 3º curso. Prof.: Pere López Vidal. Objetivos de la asignatura: en el 4º tema se da la materia Fundición (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en <https://guiae.uclm.es/vistaPrevia/31959/999>).
- Asignatura: “Taller de Escultura II”. Tipo de asignatura: optativa, 4º curso. Prof.: Pere López Vidal. Objetivos de la asignatura: el tema número 3 trata sobre el proceso de fundición (información obtenida de la guía docente de la asignatura disponible en <https://guiae.uclm.es/vistaPrevia/28897/999>).

#### **4.2.9. Facultad de Bellas Artes de la Universidad Miguel Hernández de Altea**

Esta facultad es de las facultades de Bellas Artes más jóvenes del país. Su primer plan de estudios se inició en el curso académico 1997/98, según la Resolución de 18 de noviembre de 1997 de la Universidad Miguel Hernández de Elche, por la que se ordena la publicación del plan de estudios de Licenciatura en Bellas Artes. En este primer plan no hubo asignatura que incluyera la enseñanza de la fundición artística, ni específica ni incluida en otra asignatura más amplia, pero hubo algunos estudios para incluir la fundición como contenido técnico en su plan de estudios. En 2010, aprobado el plan de estudios de Grado en Bellas Artes según Resolución de 23 de diciembre de 2010, de la Secretaría General



de Universidades, se incluye la siguiente asignatura relacionada con esta materia:

- Asignatura: “Técnicas de Fundición” (ver figura 4.17). Tipo de asignatura: optativa, 4º curso. Prof.: Maria José Zanon Cuenca y David Vila Moscardo. Objetivos de la asignatura: enseñanza del léxico, códigos y tecnologías del procedimiento de fundición. Instrumentos y métodos de experimentación en diferentes moldes. Aplicación profesional de técnicas específicas al proceso de fundición. Uso de las distintas tecnologías (desde las tradicionales hasta las más recientes) del proceso de fundición en la producción artística (guía docente de la asignatura disponible en [http://umh.es/contenido/Estudiantes/:asi\\_g\\_2157\\_N1/datos\\_es.html](http://umh.es/contenido/Estudiantes/:asi_g_2157_N1/datos_es.html) ).



*Fig. 4.17. Taller de Fundición, Facultad de Bellas Artes de la Universidad Miguel Hernández en Altea. Imagen tomada de: <https://i.ytimg.com/vi/wrlvR6OZwhY/maxresdefault.jpg>*

Paralelamente se han realizado seminarios, exposiciones y cursos complementarios en torno a la fundición, según consta en el archivo web de la Facultad de Bellas Artes Universidad Miguel Hernández de Elche (disponible en: <https://bbaa.umh.es/en/category/fundicion/>):

- 2013. Curso: Mediateca, Curso de perfeccionamiento en Fundición Artística "Técnica de crisol fusible// Fundición a la cera perdida". Prof.: Juan Carlos Albadalejo.
- 2016. Exposición: "*Fusión 2016*", exposición colectiva de los alumnos de 3º y 4º curso de la Facultad de Altea en el vestíbulo de la Fundación Frax.

#### **4.2.10. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada**

La Facultad de Bellas Artes de Granada es la segunda facultad en Andalucía en ofrecer enseñanzas artísticas después de la de Sevilla (Aguilar, 2001). Su primer plan de estudios se inició en 1988 (B.O.E. N° 142 de 14-6-88). El primer ciclo se repartía en tres cursos, y el segundo ciclo según en dos cursos (B.O.E. N° 267 de 7-11-89). Este plan funcionaba por sistema de asignaturas y horas. En 1997 y según la Resolución de 30 de septiembre de 1999 de la Universidad de Granada, por la que hace público el plan de estudios de Licenciatura en Bellas Artes, la enseñanza se impartía en 2 Ciclos con un total de 4 cursos, funcionando las asignaturas por créditos (siendo necesario completar un total de 315 créditos para obtener el título), según el archivo de la Secretaría General de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de

Granada. En la actualidad la enseñanza queda reglada por el BOE N° 43, de 19 de febrero de 2011 (información disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2011/02/19/pdfs/BOE-S-2011-43.pdf>), por la que se publica el plan de estudios de Grado en Bellas Artes. En este plan no hay ciclos, quedando divididos en cuatro cursos con un total de 240 créditos ECTS.

Sobre la enseñanza de materias relacionadas con la fundición artística, la Facultad de Bellas Artes de Granada ha incluido esta enseñanza en todos los planes de estudios. En el primer plan de 1988, se impartía fundición en las asignaturas "Procedimientos y Materiales Escultóricos" de primer ciclo, y "Procedimientos Escultóricos" de segundo ciclo. En el siguiente plan de 1999, desaparecen las asignaturas "Procedimientos y Materiales Escultóricos" y "Procedimientos Escultóricos", creándose una asignatura nueva denominada "Técnica de los metales y fundición". Actualmente, con el Grado, se imparte la asignatura "Procesos y Técnicas de Reproducción Escultórica: Fundición". Los orígenes, historia y evolución de estas asignaturas se abordarán con más detalle en el siguiente capítulo.

### 4.3. CONCLUSIONES PARCIALES

1. Con respecto a los inicios de la enseñanza artística en España, tras esta revisión histórica sobre los primeros pasos en la enseñanza del arte plástico, podemos destacar ciertas dificultades en su paulatino proceso de academización, con unos inicios marcados por la adaptación nacional de referencias extranjeras (fundamentalmente Francia e Italia). Pese a la escasez a nivel material y de infraestructuras, el profesorado estaba en general técnicamente bien preparado (algunos profesores fueron destacados artistas de su época) con una predominancia bastante notable del arte clásico academicista, basado fundamentalmente en las tres Nobles Artes: escultura, pintura y arquitectura, además de dibujo y grabado.
2. Las primeras academias no tenían muchas salas o estudios para dirigir los alumnos, pudiendo servir de ejemplo genérico el caso de la Real Academia de San Fernando, donde la Sala del Modelo Vivo fue compartida por las clases de Pintura y Escultura.
3. No obstante, poco a poco algunas academias fueron transformándose en Escuelas Superiores, que son el germen de las actuales facultades de Bellas Artes, las cuales han ido sufriendo los diferentes planes de estudios hasta llegar al actual. El caso de la enseñanza de fundición artística, se inserta directamente cuando la enseñanza artística se da en las facultades, no habiendo registros de que su enseñanza se

produjera ni en las antiguas Academias ni en Escuelas Superiores. En estas épocas las obras que hacía falta realizarlas en bronce u otro metal fundido había que mandarlas a una fundición privada, artesanal o incluso a fuera del país según la importancia de la obra. De hecho, el origen de la enseñanza de la fundición artística en el contexto académico es muy reciente, iniciándose en la Universidad de La Laguna en 1984 (tras algún intento no concluido en la Facultad de Bellas Artes de Madrid).

4. Podemos decir que la presencia de la fundición artística en el panorama de las facultades de Bellas Artes, a través de los diferentes planes de estudio hasta el actual, ha sido en cierta manera irregular, siendo una enseñanza no contemplada en todas las facultades de Bellas Artes del país y, en aquellas en las que sí ha tenido presencia, no en todas se ha mantenido a lo largo de los cambios de dichos planes de estudio. En algunos casos su enseñanza se ha englobado en asignaturas más genéricas y, en aquellas facultades en las que sí ha gozado de una asignatura propia, siempre ha sido una asignatura optativa o bien un curso de doctorado o máster. Con el plan actual parece, no obstante, haber un ligero aumento de la presencia de esta enseñanza, pues ha mantenido una presencia aproximadamente equiparable a la de planes anteriores en asignaturas regladas en los casos de Sevilla, Granada, Barcelona, La Laguna o Castilla La Mancha, ha aumentado su presencia en los casos de Altea (asignatura de nueva

implantación) y Madrid (pasa a recogerse ciertos contenidos en una asignatura reglada por primera vez), y sólo desaparece del plan de estudios en la Universidad del País Vasco. De esta forma, podemos concluir que, si bien la técnica de la fundición artística resulta fundamental en el desarrollo histórico de la escultura, en el contexto académico español puede considerarse como una materia de poca tradición, de implantación tardía y no generalizada en todas las facultades de Bellas Artes, aunque en aquellas en las que se ha implantado (a excepción de la UPV) parece haberse consolidado sin dudas, con lo que su pervivencia parece estar garantizada.



**5**

**LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA  
EN LA FACULTAD DE  
BELLAS ARTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE  
GRANADA, DESDE SUS  
ORÍGENES HASTA LA  
ACTUALIDAD**





## **5. LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA, DESDE SUS ORÍGENES HASTA LA ACTUALIDAD**

### **5.1. INTRODUCCIÓN: BREVE HISTORIA DE LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA Y LA ENSEÑANZA ARTÍSTICA**

La Facultad de Bellas Artes de Granada nació sin ninguna vinculación a otras instituciones (Escuelas Superiores o escuelas de arte e oficio), así como sin ninguna relación con reales academias tal como ocurre con otras de las primeras Facultades de Bellas Artes en España (Aguilar, 2000).

La creación de la Facultad de Bellas Artes pertenece al año 1982, según el Real Decreto 1738/1982, de 9 de julio, por el que se crea dentro del marco de la Universidad de Granada la Facultad de Bellas Artes. En ese mismo Real Decreto, en su segundo artículo se especificaba que “por

el Ministerio de Educación y Ciencia se determinará la fecha del comienzo de los distintos cursos de las enseñanzas de dicha Facultad” (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1982-19570](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1982-19570))

La Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada en sus inicios no tuvo nombre; el nombre actual de Facultad de Bellas Artes “Alonso Cano” se puso mucho más adelante mediante una votación posterior a su creación.

Para su creación, el profesor Antonio Pérez Pineda, vino de la Facultad Politécnica de Valencia con la responsabilidad para organizar los planes de estudios de la facultad, siendo su primer Decano comisario. Según Carlos Jiménez Martín (1953), profesor jubilado del Departamento de Pintura en la Facultad de Bellas Artes de Granada y uno de los primeros profesores de dicha Facultad, comenta en una entrevista (comunicación personal, 06/07/2018) cómo Pineda llegó a ser la persona elegida para el empeño:

*“... el origen de la Facultad de Bellas Artes pertenece a un señor se llamaba Antonio Gallego Morell (1923- 2009). Era Rector de la Universidad y Catedrático de Literatura. Él, junto con Domingo Sánchez-Mesa Martín (Granada 1937-2013) acaban convenciendo a Federico Mayor Zaragoza (Barcelona, 27 de enero de 1934), catedrático de Bioquímica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada en 1963, y Director de dicha universidad entre 1968 y 1972, para promocionar la creación la Facultad de Bellas Artes de Granada. Se ponen en contacto con Antonio Pérez Pineda y le ofrecen el decanato de la misma”.*

El decano Pineda se puso en contacto con gente conocida y de su confianza, relacionada con el arte. En lo que respecta al Departamento de Escultura las personas con las que contacta que dan lugar al origen del mismo, son Antonio González Orea y Miguel Fuentes del Olmo (Jiménez Martín, comunicación personal, 06/07/2018).

A nivel de planes de estudios, entre los años 1982-1984 lo primero que se impartió en la Facultad de Bellas Artes fueron los cursos de doctorado que se dieron en la “Casa de Porras” (figura 5.1). La Casa de Porras acabó siendo en aquel momento la Sede oficial de la Facultad de Bellas Artes de Granada, encontrándose allí el decanato y la secretaria general de dicha facultad. En estos cursos de doctorado había pocos alumnos matriculados, impartándose la docencia en la planta baja.

El inicio de la enseñanza artística de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada fue en el curso académico del año 1985/86. Y se convirtió en la segunda Universidad que ofrecía estudios artísticos en Andalucía.

En el curso 1985-1986 la administración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada ocupaba su lugar en la casa de Porras, mientras las clases de la primera promoción de primero de Dibujo, Pintura y clases de Historia de Arte se daban en la Facultad Empresariales, y las clases de Modelado en el Colegio Máximo de Cartuja (figura 5.2). Hay que señalar que las clases de Fundición se daban en una nave en el Colegio Máximo. Más tarde, en el curso 1986-1987 todas las clases (Dibujo, Pintura, Historia de Arte y Modelado) se trasladaron al

Colegio Máximo, y allí empezó la primera clase de Procedimientos Escultóricos en el curso 1987-1988.



*Fig.5.1. La Casa de Porras, edificio del siglo XVI, fue la primera sede oficial de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada. Ubicada en la ladera meridional del barrio del Albaicín. Figura tomada de: [https://ve.ugr.es/pages/casa-de-porras/galeria\\_imagenes](https://ve.ugr.es/pages/casa-de-porras/galeria_imagenes)*

En el curso 1988-89, las clases fueron repartidas entre el Colegio Máximo y la Facultad de Farmacia y la Facultad de Filosofía y Letras. Esta distribución se mantuvo igual hasta 1995, cuando la Facultad de Bellas Artes se trasladó hasta el edificio actual en el campus de Aynadamar.



*Fig. 5.2. Colegio Máximo de Cartuja, que albergó enseñanzas de la Facultad de Bellas Artes hasta su traslado al edificio actual en el campus de Aynadamar*



*Fig. 5.3. Actual ubicación de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, situada en la Avenida de Andalucía, en el campus de Aynadamar. Imagen adaptada de: [https://canal.ugr.es/noticia/la-facultad-de-bellas-artes-celebra-la-festividad-de-su-patron-alonso-cano/attachment/img\\_8957-2/](https://canal.ugr.es/noticia/la-facultad-de-bellas-artes-celebra-la-festividad-de-su-patron-alonso-cano/attachment/img_8957-2/)*

La nueva ubicación de la Facultad, la actual, está situada en el campus de Aynadamar (figura 5.3), ubicado en Avenida de Andalucía, conteniendo en el edificio todos los departamentos y dependencias (decanato, secretaría general, departamentos, despachos de profesorado, biblioteca, talleres, cafetería, etc).

Los primeros estudios de artes en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada eran muy básicos según alumnos de las primeras promociones como Valeriano López (promoción 1985-1990) y Ramón Rubio Domene (promoción 1986- 1991), quienes comentan que no había planes de estudios totalmente definidos, profesorado, ni mucha información, eso fue llegando poco a poco. Tampoco se disponía de mucho espacio. Según López (2013):

*“...no había facultad, no había espacio ni siquiera había profesorado, porque había muy poco, justo para un curso por la mañana y otro por la tarde..., tampoco había un orden, lo que nos interesaba a nuestra promoción era, más que nuestra propia formación, la formación de la propia facultad”.*

Quizá por ello es de agradecer a las primeras promociones su doble responsabilidad, la primera, la de formarse artísticamente y la segunda, la de ayudar a construir una facultad de bellas artes.

El primer plan de estudios en la facultad arrancó en el año 1988, el del primer ciclo según el B.O.E. N° 142 de 14-6-1988 y el del segundo ciclo según el B.O.E. N°. 267 de 7-11-89. La duración de este plan eran 5 años académicos, 3 años en el primer ciclo y 2 años en el segundo ciclo. Este plan tuvo una renovación en el año 1997, según la resolución del 24 de octubre de 1997, de la Universidad de Granada por la que se hace

público el Plan de Estudio del Primer Ciclo de Licenciado en Bellas Artes que se impartía en la Facultad de Bellas Artes de Granada, según el B.O.E. N° 282 (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-25118](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-25118)). Esta renovación de plan de estudios del curso académico 1996/97 afectaban al primer ciclo, para una posterior aplicación al segundo, y basaba la docencia en 315 créditos, divididos en cuatro años (dos cursos para cada ciclo), lo que supuso una reducción de los cinco años del plan del 1989 a cuatro años con el proyecto fin de carrera, según el B.O.E. N°. 282.

En el año 1999 y según la resolución de 30 de septiembre de la Universidad de Granada, por la que se hace público el plan de estudios de licenciado en Bellas Artes, impartido en la Facultad de Bellas Artes, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 1432/1990 de 26 de octubre (B.O.E. N° 278, de 20 de noviembre, información disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-27885>), se aprobó el plan de estudios de Licenciado en Bellas Artes, sustituyendo al plan anterior del 1988. Este plan tenía un total de 315 créditos, dividido en cuatro años, dos años en cada ciclo.

Finalmente y según el Boletín oficial del Estado Núm.273 jueves 11 de noviembre de 2010, mediante “Resolución de 18 de octubre de 2010, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de octubre de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Grado y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos”, se adoptó el acuerdo por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos actuales de Grado y su inscripción en el Registro de la Facultad de



Bellas Artes de la Universidad de Granada, publicada en BOE nº 42, de 19 de febrero de 2011, contando con un total de 240 créditos divididos en 4 cursos, 2 cursos en cada ciclo (información disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/11/11/pdfs/BOE-A-2010-17372.pdf>).

## **5.2. ORIGEN DE LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA**

La presencia de la fundición artística en la docencia en la facultad de Bellas Artes de Granada ha tenido una gran evolución y desarrollo desde su primer plan de estudios hasta la actualidad, empezando en un primer momento como actividad vinculada a otras asignaturas de escultura más genéricas, pasando por la creación de cursos de doctorado específicos en el tema, hasta concluir con la creación de una asignatura específica de fundición artística.

La iniciativa de la inclusión de la fundición artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada surgió a raíz de la matriculación del profesor Dr. D. Miguel Barranco López (1937, hoy jubilado) en el curso de “Microfusión cerámica” que realizó el profesor Juan Carlos Albadalejo González en la Universidad de La Laguna. Tras esta experiencia, el profesor Barranco López, cuando llegó a la Universidad de Granada, tenía la idea de instalar la fundición en el edificio antiguo de la facultad en el Colegio Máximo en Cartuja, con la participación con otros profesores como D. Juan Antonio Corredor, y la ayuda del técnico de taller Miguel Ángel Moliné Segovia, según Barranco (comunicación oral, 04/12/2018). Se creó y organizó una infraestructura bastante adecuada para el desarrollo de la fundición artística. Pero con el traslado de la facultad al edificio actual, según Aguilar (2000), la instalación de la infraestructura de la fundición quedó, en su opinión afectada en el sentido de que pese a que el espacio antiguo era más pequeño tenía las condiciones más adecuadas y más habilitadas para las

operaciones del descere y la fusión, en comparación con la actual. Según Aguilar (2000), el horno estaba situado bajo el piso en un foso corrido que servía para el enterramiento y apisonado de los moldes; estas medidas facilitaban las operaciones de fusión y colada y al mismo tiempo garantizaban la seguridad en posibles accidentes que pudieran derivarse de la utilización del hogar o de la rotura de los moldes. Pero en la práctica, la deferencia con el emplazamiento actual estribaba en la respuesta que el aula ofrecía a la canalización de las evacuaciones de humo y gases durante el desarrollo del trabajo porque en la actualidad se ha mantenido la profundidad del horno.

En esos primeros años, a raíz de la experiencia del profesor Barranco López en el curso de “Microfusión cerámica”, se enseñó la misma técnica en las clases de fundición en la Universidad de Granada junto a las técnicas de Cascarilla Cerámica, Chamota y posteriormente fundición a la arena, según Barranco (comunicación personal, 04/12/2018). Posteriormente, tras la incorporación del profesor Dr. D. Antonio Sorroche Cruz se añadió la nueva técnica de fundición usando el poliestireno expandido, técnica que se ha enseñado en la facultad durante todos los años de actividad del profesor Sorroche Cruz hasta su jubilación.

Por otra parte, la ubicación de la fundición en el actual edificio del campus de Aynadamar, tiene lugar en los talleres de escultura, y consta de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad docente (ver figuras 5.4 y 5.5): horno de fundición, grúas, hornos para desceres, etc.



*Fig.5.4. Actual ubicación del horno de fundición en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada. Fuente: elaboración propia.*



*Fig.5.5. Nave donde está ubicado el horno de fundición, los hornos para descere y otra maquinaria importante para la docencia de la fundición artística y otros procesos escultóricos.. Fuente: elaboración propia.*

A continuación se hace hincapié en el desarrollo académico de la enseñanza de la fundición artística durante todos los planes de estudios de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, desde su inicio hasta la actualidad.

### **5.3. DESARROLLO Y EVOLUCIÓN ACADÉMICA DE LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA**

#### **5.3.1. Primera etapa (plan de Licenciatura de 1989)**

Con respecto a la enseñanza de la fundición artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, hay que señalar que fue de las primeras facultades españolas en la incorporación de los conocimientos de fundición artística al ámbito docente. Según Sorroche Cruz (comunicación oral, 20/01/2019), profesor jubilado de la Facultad de Bellas Artes y encargado de impartir los contenidos de las asignaturas “Procedimientos Escultóricos II y III” en las primeras etapas de la Facultad (plan de Licenciatura de 1989), señala que no existía un programa específico para la fundición, sino que este procedimiento se incluía dentro de las dos asignaturas anteriores, de 4º y 5º curso. En ellas desarrollaban diversas técnicas como el uso del poliestireno expandido como modelo gasificable, la cera perdida y la cascarilla cerámica.

Paralelamente, en esta misma etapa, en la asignatura “Procedimientos y Materiales Escultóricos” del primer ciclo, aunque no hay descripción de la asignatura en la guía docente que proporcionada por la secretaría general de la Facultad de Bellas Artes para afirmar que incluía la fundición, según Aguilar (2000) afirma que sí incluía conocimientos de fundición, siendo además parte del profesorado responsable de la asignatura conocedores de las técnicas de fundición, casos de Miguel Barranco López y José Antonio Castro Vílchez. Por tanto se puede concluir que, en estas primeras etapas, pese a no existir una asignatura

propia de fundición artística, sí que se impartían conocimientos de fundición a través de otras asignaturas más generales.

De esta manera, del primer plan de estudios del año 1989, se impartieron procedimientos de fundición artística en las siguientes asignaturas, según las guías docentes descripciones de las asignaturas de la época, y según Aguilar (2000):

- Asignatura: “Procedimiento y Materiales Escultórica”. Tipo de asignatura: obligatoria, 1º ciclo. Prof.: José Antonio Castro Vílchez, Miguel Barranco, Joaquín Jesús Sánchez Ruiz y Carmen María Osuna.
- Asignatura: “Procedimientos Escultóricos II”. Tipo de asignatura: obligatoria, 2º ciclo, 4º año. Créditos: T: 8.4, P: 12.6. Prof.: Alfonso Masó, Soledad Sevilla y Antonio Sorroche. Objetivos de la asignatura: profundizar en los tres campos, talla de madera, labra en piedra y fundición, dirigido a los nuevos materiales y su incisión en el arte contemporáneo, según la Resolución de 1 de septiembre de 1989, de la Universidad de Granada, por la que se hace público el Plan de Estudios del Segundo Ciclo de la Facultad de Bellas Artes de dicha Universidad, en las especialidades de Artes Plásticas (ramas: Pintura y Escultura), Diseño (rama: Ambiental), Restauración (ramas: Pictórica y Escultórica) publicada en BOE núm. 267, de 7 de noviembre de 1989, páginas 34941 a 34944. Información disponible en ([https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1989-26179](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1989-26179)).

- Asignatura: “Procedimientos Escultóricos III”. Tipo de asignatura: obligatoria, 2º ciclo, 5º año. Prof.: Alfonso Masó, Soledad Sevilla y Antonio Sorroche. Objetivos de la asignatura: con los conocimientos de los cursos anteriores, ahondar en el entendimiento y significación de la escultura como medio de expresión para que el alumno lo aplique durante este curso a su particular mundo creador, según la Resolución de 1 de septiembre de 1989, de la Universidad de Granada, por la que se hace público el Plan de Estudios del Segundo Ciclo de la Facultad de Bellas Artes de dicha Universidad, en las especialidades de Artes Plásticas (ramas: Pintura y Escultura), Diseño (rama: Ambiental), Restauración (ramas: Pictórica y Escultórica) publicada en BOE núm. 267, de 7 de noviembre de 1989, páginas 34941 a 34944. (Información disponible en ([https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1989-26179](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1989-26179))).

### **5.3.2. Plan de Licenciatura de 1999. Primera asignatura propia de fundición artística.**

Aunque en estos inicios se incluía la fundición en asignaturas más genéricas, el profesorado era consciente de que no se podía profundizar todo lo necesario. Con el objetivo de dar un paso más allá y llevar la fundición a un nivel por encima de ciertos contenidos introductorios, se propuso realizar un marco más adecuado. Esta propuesta inicial fue



compartida por el Dr. Barranco López (Aguilar, 2000), quien fue profesor de la asignatura “Procedimientos Escultóricos II” en el plan 1989. En el siguiente plan de 1999, esa misma asignatura junto con la asignatura “Procedimientos Escultóricos III” se convalidaron y adaptaron a las asignaturas “Técnicas de metales y fundición”, “Proyecto fin de carrera” y 5 créditos de libre configuración (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227)). A su vez, la asignatura “Procedimientos y materiales escultóricos” se adaptó a las asignaturas “Metodología, Lenguajes y técnicas en la Creación de la Obra Escultórica y su Conservación”, “Talla y moldes” y 6 créditos de libre configuración (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227)).

Esta convalidación/transformación de las asignaturas generales no supuso meramente un cambio de nombre, ya que se pasó de asignaturas obligatorias generales a desglosarse en varias asignaturas optativas, según el plan de estudios del B.O.E. nº 260 de 30 de octubre del 1999, Licenciado en Bellas Artes. Y es precisamente en ese momento, en los planes de estudios del 1999, al amparo de estas especialidades, cuando nace la asignatura específica de fundición, con una estructura similar a la de la Facultad de Bellas Artes de La Laguna:

- Asignatura “Técnicas de los Metales y Fundición”. Tipo de asignatura: Optativa, 2º ciclo. Créditos: T: 3, P: 4,5. Prof. Alfonso Masó, Antonio Sorroche, Soledad Sevilla, Miguel Barranco López y Balbino Montiano Benítez. Objetivos de la asignatura: tratamiento de los metales. Modelos específicos de los diversos sistemas de fundición (disponible en

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1999-21227)).

Entre las técnicas que se enseñaban en esta asignatura se encuentran las principales versiones de la cera perdida, como la tradicional de chamota y la más extendida entre los centros artísticos europeos, la cascarilla cerámica. La otra técnica clásica, la fundición “a la arena” también tenía cabida, empleándose en su conformación arenas silíceas aglutinadas con resina sintética partiendo en este caso, generalmente, de modelos confeccionados en poliesterino expandido (Aguilar, 2000). Según Miguel Barranco López, profesor jubilado del Departamento de Escultura de la Universidad de Granada, en una entrevista realizada por Aguilar (2000), fue él mismo el que dio las técnicas de cascarilla cerámica en formato pequeño y en poliestireno expandido con la arena fuera del programa, sin evaluación a la hora de calificar; en esa actividad se trabajó también directamente en la cera evitando moldes y en formatos siempre pequeños.

Por otro lado, el profesor Sorroche Cruz hizo que los alumnos hicieran prácticas de fundición una o dos veces con la orientación del profesorado responsable, también formatos pequeños por la capacidad técnica en aquel momento de las instalaciones de la fundición, en este caso los alumnos realizaron sus pruebas en cera o en poliesterino expandido y ejecutaron sus moldes.

Así también, durante el plan de estudios de 1999 se realizaron varios cursos de Doctorado de tercer ciclo en el Departamento de Escultura relacionados con la fundición artística.

En primer lugar, los cursos del programa de doctorado “Experimentación Escultórica: Métodos y Pedagogía”, en el Departamento de Escultura:

- 1994/95 Curso: “Técnicas de fundición escultórica Tipo: Optativa. Créditos: 2. Prof. José Martínez Labrador, Juan Antonio Corredor Martínez.
- 1994/95/97 Curso: “Técnicas de fundición escultórica”. Tipo: Optativo. Créditos: 2. Prof. José Martínez Labrador.
- 1994/95/97 Curso: “Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica: el poliestireno expandido como modelo gasificable”. Tipo: Optativo. Créditos: 3. Prof. Antonio Sorroche Cruz.
- 1994/95/97 Curso: “Técnicas de fundición escultórica”. Tipo: Optativo. Créditos: 2. Prof. José Martínez Labrador.
- 1994/95/97 Curso: “Técnicas de metales aplicados a la escultura”. Tipo: Optativo. Créditos: 4. Prof. Antonio Sorroche Cruz.

A su vez, los cursos del programa de doctorado “Investigación: Creación Pictórica, Escultórica su Restauración” en el Departamento de Escultura fueron los siguientes:

- 1997/98 Curso “Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica: el poliesterino expandido como modelos gasificable”. Tipo: Optativo. Créditos: 3. Prof. Antonio Sorroche Cruz.

- 1998/99 Curso “Técnicas de fundición de metales aplicadas a la escultura”. Tipo: Optativo. Créditos: 4. Prof. Antonio Sorroche Cruz.
- 1999/00 Curso “Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica: el poliesterino expandido como modelos gasificable”. Tipo: Optativo. Créditos: 3. Prof. Antonio Sorroche Cruz.

Paralelamente se han realizado tres tesis doctorales dedicadas a la fundición artística durante el plan de estudios del 1999. Estas tesis son, cronológicamente:

- Corredor Martínez, J.A. (1993). El Bronce: procesos e influencias en la escultura (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura, Universidad de Granada. Granada.
- Sorroche Cruz, A. (1994). Nuevas técnicas y nuevos materiales: El Poliestireno Expandido, como modelo gasificable (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura, Universidad de Granada. Granada.
- Moreno Pabón, C. (2008). Diseño y normalización de pátinas en la creación escultórica. Caracterización y procesos técnicos (Tesis Doctoral). Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura, Universidad de Granada. Granada.

### **5.3.3. Plan de Grado en Bellas Artes de 2010. Primera asignatura propia de fundición artística**

En 2010 el Rectorado de la Universidad de Granada, previo informe favorable de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, así como la autorización de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y establecido el carácter oficial del título por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de octubre de 2010 (publicado en el BOE de 11 de noviembre de 2010), de conformidad con lo dispuesto en el artículo 35 de la Ley Orgánica 6/2001, de Universidades en la redacción dada por la Ley Orgánica 4/2007, resolvió publicar el plan de estudios conducente a la obtención del título de Graduado o Graduada en Bellas Artes por la Universidad de Granada, (información disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-3303](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-3303)).

Este plan distribuye las materias en forma de créditos ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System, que traducido al español significa Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos), según la Tabla 1.

| <b><i>Carácter de la Materia</i></b> | <b><i>ECTS</i></b> |
|--------------------------------------|--------------------|
| <i>Formación básica</i>              | 60                 |
| <i>Obligatorias</i>                  | 114                |
| <i>Optativas</i>                     | 60                 |
| <i>Prácticas Externas</i>            | -                  |
| <i>Trabajo Fin de Grado</i>          | 6                  |
| <i>Créditos Totales</i>              | 240                |

Tabla 1. Distribución de créditos ECTS en el actual plan de estudios de Grado en BBAA de la Universidad de Granada

La fundición de metal en el nuevo plan de estudios está incluida en el módulo “*Complementos Específicos de Formación para la Creación Escultórica*” en la asignatura titulada “Procesos y Técnicas de Reproducción Escultórica: Fundición”:

- Asignatura: “Procesos y Técnicas de Reproducción Escultórica: Fundición”. Tipo de asignatura: Optativa, 3º curso, 5º y 6º semestre. Créditos: 6. Prof. Balbino Montiano Benítez y Antonio Travé Mesa.

### **Objetivos de la asignatura**

desarrollar los procesos, lenguajes y conceptos creativos a través de la práctica escultórica en los materiales férricos y no férricos, es decir y según la guía docente de la asignatura (información disponible en: [http://grados.ugr.es/bellasartes/pages/infoacademica/guiasdocentes/tercercurso/optativas/proces-repro-fundicion-17\\_18](http://grados.ugr.es/bellasartes/pages/infoacademica/guiasdocentes/tercercurso/optativas/proces-repro-fundicion-17_18)):

1. Dotar a los estudiantes de los instrumentos necesarios para la integración de sus conocimientos en procesos de creación autónoma y/o de experimentación interdisciplinar para que pueda desarrollar su práctica artística en todo tipo de formatos y espacios esculturales.
2. Preparar a la persona para aplicar los conocimientos adquiridos a una práctica artística profesional que, le permite tanto asumir la elaboración y defensa de argumentos, como la resolución de problemas en el ámbito artístico.
3. Desarrollar la base para elaborar un proyecto: proceso de ejecución, proyecto de una obra y proyecto interrelacionado, bocetos y maquetas.
4. Conocer los primeros lenguajes técnicos y artísticos que determinan la creación con materiales férricos y no férricos. Aprender a llenar de contenido el campo de la actividad plástica, de evocación, recuerdos, sugerencias estéticas, ligadas a objetos que ocupan un lugar en el espacio, que tienen un volumen y que se desarrolla en el espacio real.
5. Capacidad para dominar los materiales, las técnicas, el contenido y la forma.
6. Conocimiento y capacidad de presentar-promocionar la obra artística escultórica, mediante herramientas virtuales. Capacidad de adaptación y aceptación a nueva experiencia creativa.

## **Temario de la asignatura**

La asignatura “Procesos y Técnicas de Reproducción Escultórica: Fundición” está dividida entre cinco temarios teóricos y tres prácticos. Los temarios teóricos tratan las herramientas del trabajo y las máquinas, las propiedades de los metales, técnicas de fundición y fundamentos de fundición escultórica. Los temarios prácticos contienen la realización de una obra escultórica mediante realizar el moldeo y sus técnicas y la producción en bronce de la obra.

Según la guía docente de la asignatura, el temario completo es el siguiente:

### **Temario teórico:**

**Tema 1.** Maquinaria y herramientas en el trabajo con metales. Medidas de seguridad en el taller.

**Tema 2.** Propiedades mecánicas y expresivas de los metales utilizados en el ámbito escultóricos. Transformaciones y manipulaciones básicas.

**Tema 3.** El valor expresivo de los metales. Técnicas de elaboración de esculturas en metales: técnicas directas y fundición.

**Tema 4.** Fundamentos de fundición escultórica. Posibilidades de la fundición de metales en el ámbito escultórico. Análisis de los métodos de trabajo en fundición de metales a la morfología de la obra. Aleaciones y propiedades.



**Tema 5.** Descripción de técnicas de fundición de metales: técnicas de moldeo, ceras, revestimiento y terminación.

**Temario práctico:**

**Práctica 1.** Realización de moldeo y vaciado del proyecto escultórico.

**Práctica 2.** Realización de técnicas de moldeo y reproducción en bronce del proyecto escultórico.

**Práctica 3.** Memoria descriptiva de los procedimientos escultóricos.

También destaca, durante este periodo un curso realizado en el plan nuevo de Grado en Bellas Artes, orientado a conocer y experimentar con los materiales, herramientas y técnicas que intervienen en el proceso creativo de esculturas en poliestireno expandido y su posterior fundición en bronce con moldes de arena:

- 2016/17 Curso “Procedimientos de fundición artística en bronce: moldeo en arena de esculturas”. Tipo: privado, libre. Créditos: 3. Prof. Balbino Montiano Benítez.

Además se leído una Tesis Doctoral en el Departamento de Escultura de la Universidad de Granada relacionada con la fundición artística:

- Lozano Rodríguez, I. M<sup>a</sup>. (2011). Nuevos modelos gasificables aplicados a la técnica de la cascarilla cerámica: Uso de pinturas refractarias (Tesis Doctoral).

Facultad de Bellas Artes, Departamento de Escultura,  
Universidad de Granada. Granada.

Así que también, se han realizado recientemente algunas publicaciones científicas relacionadas con la fundición artística:

- Durán Suárez, J.A., Sorroche Cruz, A., Peralbo Cano, R. Montoya Herrera, J., et,al. (2009). Pátinas inducidas sobre bronce industrial para aplicación en fundición escultórica. Análisis cromático mediante espectrofotometría (Parte I). *Fundipress*. Nº 20. Págs. 48-50.
- Durán Suárez, J.A., Sorroche Cruz, A., Peralbo Cano, R. Montoya Herrera, J., et,al. (2010). Pátinas inducidas sobre bronce industrial para aplicación en fundición escultórica. Análisis cromático mediante espectrofotometría (Parte II). *Fundipress*. Nº 21. Págs. 45-49.
- Durán Suárez, J.A., Peralbo Cano, R., Montoya Herrera, J., et,al. (2011). Reutilización de esquistos-grauvacas procedentes de las Minas de Panasquiera (Portugal) como arena de fundición, mediante moldeo en verde y otros usos refractarios. *Fundipress*. Nº 28. Págs. 46-50.
- Durán Suárez, J.A., Sorroche Cruz, A., Peralbo Cano, R., Montoya Herrera, J., et,al (2011). Técnicas en fundición:

Materiales tradicionales vs actuales. *Fundipress*. Nº 28. Págs. 51-58.

- Ángeles Alejo, J.A., Durán Suárez, J.A., Marín Viadel, R., Al Haj, S. (2018). Uso de alginatos odontológicos para fundición técnica y artística. *Fundipress*. Nº 28. Págs. 12-17.
- Al Haj, S., Durán Suárez, J.A., Montoya Herrera, J. (2019). Recorrido histórico de la fundición artística y técnica, desde los talleres de producción hasta el academismo como enseñanza reglada. *Fundipress*. Nº 100. Págs. 80-84.

#### **5.4. CONCLUSIONES PARCIALES**

A modo de conclusión parcial, con respecto al desarrollo de la fundición artística en el ámbito docente en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, podemos señalar que desde su implantación en los primeros planes fue ganando peso e importancia en los planes de estudios, alcanzando su punto cumbre con el plan de 1999 de Licenciado en BBAA (contando con presencia tanto en la licenciatura como en el tercer ciclo, el de doctorado, realizándose a su vez mucho cursos y actividades complementarias). Actualmente, con nuevo plan de Bolonia, aunque sigue teniendo presencia con una asignatura propia en el Grado en BBAA, hay una reducción de la actividad general y del tiempo dedicado a la fundición, ya que no cuenta con presencia en tercer ciclo y las actividades, cursos complementarios e investigaciones se han visto reducidas. No obstante, parece garantizada la presencia de la fundición artística dentro de la Universidad de Granada, dada su trayectoria y consolidación.



# 6

## RELACIÓN DE ARTISTAS Y OBRAS SIGNIFICATIVAS CON VINCULACIÓN A LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA



## **6. RELACIÓN DE ARTISTAS Y OBRAS SIGNIFICATIVAS CON VINCULACIÓN A LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA**

### **6.1. MIGUEL MORENO ROMERA**

Nacido en el año 1935 en Granada, profesor jubilado de la Facultad de Bellas Artes de Granada. En 1992 alcanzó el título de Doctor en Bellas Artes tras la lectura de su Tesis Doctoral “La Chapa en la escultura moderna del Siglo XX. La obra de Miguel Moreno Romera”. En 1984 fue elegido Académico de la Real Academia de Bellas Artes Nuestra Señora de las Angustias de Granada.

Durante su carrera artística Miguel Moreno ha obtenido numerosos premios de relevancia tanto nacional e internacional, entre los que se



pueden destacar el primer “Premio Nacional Destreza en el Oficio como Repujador-Cincelador” celebrado en Madrid en el año 1955, el premio de la Excm. Diputación Provincial de Granada en el “VII Concurso-Exposición” organizado por la Fundación Rodríguez-Acosta en Granada del año 1963, el premio de escultura en la “VII Exposición Nacional de Escultura, Dibujo y Pintura”, convocado por el Excmo. Ayuntamiento de Jaén en el año 1963, el primer Premio en la “Exposición de Otoño” de Sevilla en 1969, el premio en la “Primera Bienal D’Art Futbol Club Barcelona”, quedando su obra “Guardameta” en el museo del Club (1985), o el primer premio internacional en “VII Trienal de Pequeña Escultura de Budapest” en el año 1987, entre otros.

También ha realizado numerosas exposiciones colectivas e individuales. De las numerosas exposiciones individuales podemos destacar la serie de exposiciones individuales realizadas en diferentes sitios en España entre los años 1982 y 1984, comenzando por la galería Arte-Horizonte de Madrid; desde allí, su obra viaja al Hotel Los Monteros de Marbella, a la Sala Nonell en Barcelona, la Galería Piquño de Santander, Parke 15 de Pamplona y Galería Atenas de Zaragoza. En el año 1982 expuso en Arthur Charles Gallery de Washington. En el año 1981 participó en la exposición colectiva “Escultores Españoles Contemporáneos” en la Ankrum Gallery de Los Angeles (California), y numerosas exposiciones más en los últimos 20 años (información disponible en: <http://casataller.es/es/biografia.htm>)

Ha trabajado en mármol, piedra, marfil, madera, oro, plata, bronce y la chapa metálica (hierro, acero, zinc, aluminio, cobre, latón), siendo

esta última, sola o en combinación con el bronce, la técnica que posiblemente mejor defina su obra. De esta forma ha realizado numerosas obras en bronce con la técnica de fundición y técnica mixta de fundición y chapa forjada en espacios públicos, entre las que destacamos, a modo de muestra: “San Juan de la Cruz” (figura 6.1), en Granada, “Monumento al Emigrante” (figura 6.2) en Baza , “Abderraman I” en Almuñecar , “Venus de Iliberis” en Granada, etc.



*Fig.6.1. San Juan De Dios. Miguel Moreno. Bronce. 1986. 244 x 244 x 340 cm aproximadamente. Los jardines del Triunfo, Granada. Fuente: elaboración propia*



*Fig. 6.2. Monumento al Emigrante. Miguel Moreno. Bronce. 2011. 200 cm de altura aproximadamente. Baza. Imagen tomada de: [http://www.casataller.es/dinamic/web/es/obra\\_detalle/524](http://www.casataller.es/dinamic/web/es/obra_detalle/524)*

## 6.2. MIGUEL BARRANCO LÓPEZ

Nacido en el año 1937 en Atarfe (Granada). Profesor titular jubilado de la Facultad de Bellas Artes de Granada. Fue Secretario del Departamento de Escultura durante los años 2004-2008. En el año 1989 fue titulado doctor en Bellas Artes Universidad de Granada tras la defensa de la Tesis Doctoral “El desnudo en la escultura española del siglo XX”. Elegido para ocupar la plaza número ocho como miembro de la Real Academia Nuestra Señora de las Angustias y recibir la Medalla N° 8 en el año 2010 (información disponible en: [http://www.ra-bellasartesgranada.es/?page\\_id=334](http://www.ra-bellasartesgranada.es/?page_id=334)).

Barranco López trabaja con varios materiales como la madera, piedra o mármol, bronce, etc. Ha enfocado su carrera artística a la realización de obras monumentales situada en espacios públicos, entre las que destacan: Eugenia de Montijo (figura 6.3) en Granada, Darwin (figura 6.4) en granada, Pedro Antonio de Alarcón en Granada, Albert Einstein en Granada también, etc.



*Fig.6.3. Eugenia de Montijo. Miguel Barranco López. Bronce. 2010. 193x 136 x 90 cm. Avenida de la Constitución. imagen tomada de: <http://laclase55.blogspot.com/2013/03/personajes-importantes-del-reino-de.html>.*





Fig.6.4. Darwin. Miguel Barranco López. Bronce. 2006. 100 cm x 50 cm x 45 cm aproximadamente. Parque de la Ciencia, Granada. Imagen tomada de: [http://1.bp.blogspot.com/-uEf1-0h-SKM/VIB7RC5rh1I/AAAAAAAAJtg/r8CnIWhCcCE/s1600/Granada-Parque\\_de\\_las\\_Ciencias-Estatua\\_de\\_Charles\\_Darwin.JPG](http://1.bp.blogspot.com/-uEf1-0h-SKM/VIB7RC5rh1I/AAAAAAAAJtg/r8CnIWhCcCE/s1600/Granada-Parque_de_las_Ciencias-Estatua_de_Charles_Darwin.JPG)

### **6.3. JOSÉ ANTONIO CASTRO VÍLCHEZ**

Nacido en el año 1938 en Granada, profesor jubilado de la Facultad de Bellas Artes de Granada, fue director del Departamento de Escultura durante los años 2004-2008. En 1997 se tituló Doctor en Bellas Artes tras su lectura de su Tesis Doctoral “Los talleres de escultura en Granada en la posguerra 1939-1959”. Es miembro de la Real Academia Nuestra Señora de las Angustias de Granada.

José Antonio Castro Vílchez ha ganado muchos premios entre los que destacan el Premio Provincial de Granada de Imaginería Religiosa celebrada en Madrid en el año 1957, el premio Nacional de “Talla Escultórica” entregada por el jefe del Estado en el año 1961, el primer premio y medalla de oro de escultura en el “I Certamen Nacional de Escultura”, organizado por el Excmo. Ayuntamiento de Almería del año 1975, premio en el “concurso de bocetos” para realizar el Monumento al pescador, convocado por Excmo. Ayuntamiento de Adra (Almería) en 1982, el primer premio nacional a la Creación Artística de la Churrana de la Vega (Granada) en el año 2005.

Ha realizado exposiciones individuales en diferentes lugares como por ejemplo la “Casa de América”, Granada 1961, la Escuela de Artes de Almería en 1972, el Museo de Málaga en 1979, etc., y entre las numerosas colectivas señalamos algunas de ellas: “Exposición de escultura granadina actual”, en la Caja de Ahorros de Granada en 1972, en la Fundación Juan March en Madrid en 1973 en las Becas de Creación, Artes Plásticas”, el Certamen Internacional de Pintura y Escultura de Mojácar (Almería), o la Exposición de Pintura y Escultura

Premios D. Gabriel Morcillo y D. Juan Cristóbal de la Excm. Diputación Provincial de Granada en 1981, entre muchas otras.

También ha realizado obras en bronce para espacios públicos, entre las que podemos señalar: “Elena Martín Vivaldi” (figura 6.5) o “María la canastera” en Granada (figura 6.6), etc.



*Fig.6.5. Elena Martín Vivaldi. José Antonio Castro Vilchez. Bronce. 2010. 133 x 82 x 62 cm. Avenida de la Constitución, Granada. Imagen tomada de: <https://albagamizmaroto.wordpress.com/2014/04/06/trabajo-de-investigacion-sobre-el-monumento-de-elena-martin-vivaldi/>*





*Fig.6.6. María la Canastera. José Antonio Castro Vilchez. Bronce. 2010. 190 x 240 x 220. Avenida de la Constitución, Granada. Fuente: elaboración propia.*

#### **6.4. MIGUEL FUENTES DEL OLMO**

Nacido en el año 1940 en Andújar, Jaén. Profesor jubilado, fue Profesor Titular en el año 1987 y Catedrático en el año 1989, de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, y fue Director del Departamento de Escultura de la misma Facultad en el año 1989.

Catedrático de Modelado y Composición en la Facultad de Bellas Artes de Sevilla, donde fue Vicedecano y Coordinador del programa “ERASMUS”.

Obtuvo el título de Doctor en Bellas Artes en el año 1985 en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid tras la defensa de la Tesis Doctoral titulada “La Materia: Su Influencia En La Escultura Contemporánea”.

Es nombrado Académico Numerario de la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría de Sevilla, en el año 2000. A su vez, es nombrado Académico Correspondiente de la Real Academia de Bellas Artes Nuestra Señora de las Angustias de Granada, en 2006. En el año 2012, la Real Academia de Bellas Artes Nuestra Señora de las Angustias de Granada le concede la medalla de oro al Mérito en la Escultura.

Durante su trayectoria artística ha ganado muchos premios entre los que se pueden señalar el Premio de Escultura para las dos obras “Carmen del Río” y “Madrigal” en Madrid en 1964, el 1º Premio para la realización de una escultura monumental en Pizarra en Málaga en 1994, el 1º Premio del concurso nacional para la realización de monumentos a la Recuperación de la Memoria Histórica en 2004 en Mancha Real,

Lopera, Cazorla, Villacarrillo, Jaén, Porcuna, Martos, Linares, Andújar y Rus (todos ellos en la provincia de Jaén), etc.

Fuentes del Olmo, en el conjunto de su obra, ha trabajado con muchos materiales: cerámicos refractarios, bronce, poliéster, hierros forjados y vitrales, así como hormigón y emplomados. Así también, ha realizado numerosas obras artísticas y monumentales ubicadas en espacios públicos: “Sagrado Corazón de Jesús”, “Monumento a Jorge Manrique” (figura 6.7), “Vía Crucis”, “Romeo y Julieta” (figura 6.8), etc.



*Fig.6.7. Monumento a Jorge Manrique. Miguel Fuentes Del Olmo. Bronce. 1998. 220 cm de altura. Segura de la Sierra, Jaén. Imagen adaptada de:*

*[http://www.escultordelolmo.com/portfolio\\_item/vista-panoramica-escultura-jorge-manrique/](http://www.escultordelolmo.com/portfolio_item/vista-panoramica-escultura-jorge-manrique/)*





*Fig.6.8. Romio y Julieta. Miguel Fuentes Del Olmo. Bronce. 2003. 240 cm de altura, Andujar, Jáen. Imagen adaptada de: <http://www.escultordelolmo.com/wp-content/uploads/2015/11/14.jpg>*

## 6.5. JUAN ANTONIO CORREDOR MARTÍNEZ

Nacido en el año 1940 en Bujalance, Córdoba. Profesor jubilado del Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes de Granada. Obtuvo el título de Doctor en Bellas Artes por la Universidad de Granada en 1993. En ese mismo año fue nombrado Académico Numerario en la Real Academia de Bellas Artes Nuestra Señora de las Antiguas de Granada. En 1995 fue nombrado Académico por la Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría, de Sevilla (informaciones disponibles en: <https://www.bujalance.es/contenido/juan-antonio-corredor-mart%C3%ADnez>).

Ha ganado premios entre los que destacan el primer premio del Certamen de Escultura Hispanoamericana “Jacinto Higuera” en el año 1978, el primer premio de Escultura “Ciudad de Granada” en el año 1981, el primer premio de Escultura “Juan Cristóbal” de la Excma. Diputación de Granada del año 1982, etc.

También ha realizado numerosas exposiciones colectivas e individuales. Destacamos las más relevantes entre ellas, de las individuales: “Exposición Caja Provincial de Ahorros de Granada” en el año 1979, “Ciclo de Escultores Contemporáneos Granadinos” en el año 1983, “Exposición en Córdoba Sala Mateo Inurría”, en 1988, etc. Y de las colectivas podemos señalar: “Exposición Escuela Superior de Bellas Artes” en Madrid en 1965, “Exposición Cinco Escultores” en las Sala de Arte puerto en Granada del año 1992, etc.

Así también, Corredor ha realizado numerosas obras en bronce y monumentos públicos, entre los que podemos señalar: “Federico García

Lorca” (figura 6.9) en Granada, “Manuel Benítez Carrasco” en Granada,  
“Monumento al Flamenco” (figura 6.10) en Granada, etc.



*Fig.6.9. Federico García Lorca. Juan Antonio Corredor. Bronce. 2010. 133 x 82 x 62 cm aproximadamente. Avenida de la Constitución,, Granada. Imagen tomada de: <https://i.pinimg.com/originals/f4/ff/f2/f4fff26542e7bb03e246e06e1d01248e.jpg>*



*Fig.6.10. Al Flamenco. Juan Antonio Corredor. Bronce. 2013.1000 cm de altura. Paseo del Violón, Granada. Fuente: elaboración propia.*

## 6.6. JESÚS MARTÍNEZ LABRADOR

Nacido en el año 1950 en Antequera, Málaga. Profesor jubilado de la Facultad de Bellas Artes de Granada. Alcanzó su título como Doctor en Bellas Artes en el año 1992, tras su lectura de la Tesis Doctoral “Palabras de barro (retratos conversados de 7 poetas españoles)”

Martínez Labrador durante su carrera artística ha ganado varios premios importantes entre los que podemos señalar los siguientes: el “Premio de Estado Talla Escultórica en el curso 1969-70”, el “Premio Moreno Carbonero del VIII Salón de Invierno” en Málaga en el año 1970, o el “Premio Picasso para jóvenes artistas” celebrado por el Ayuntamiento de Málaga en el año 1972, etc.

También ha realizado numerosas exposiciones individuales: su primera exposición en la Escuela de BB.AA. San Fernando en Madrid en el año 1970, la exposición en la Sala Ausias March en Barcelona en 1975, la exposición “El Escultor y el Tiempo” en la Iglesia del Convento de Santa María de la Encarnación en Coín en Málaga en 2007, etc.

De sus exposiciones colectivas podemos señalar: “Pintores Andaluces” realizada por la Universidad de Sevilla en 1979, “Homenaje a Marcel Duchamp” en Málaga en 1985, “Granada ante 92” el arte de Granada desde el 1950 a 1992, año 1992, etc.

También ha realizado obras en bronce entre las que podemos destacar: “Elena Martín Vivaldi” en Granada (figura 6.11), “El busto de Jorge Guillén” en Málaga, etc.





*Fig.6.11. Busto de Elena Martín Vivaldi. Bronce. 2007. 220 cm aproximadamente de altura. Facultad de Filosofía y Letras, Granada. Fuente: elaboración propia.*

## 6.7. RAMIRO MEGÍAS LÓPEZ

Nacido en el año 1961 en Granada. Actualmente es profesor titular en la Facultad de Bellas Artes de Alonso Cano en el Departamento de Escultura de la Universidad de Granada, Académico Correspondiente en Granada de la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría de Sevilla, así como Académico Numerario en la Real Academia de Bellas Artes Nuestra Señora de las Antiguas de Granada. Doctor en Bellas Artes de la Universidad de Granada con Premio Extraordinario por su Tesis Doctoral “Tradición y técnica de la terracota en Andalucía” en el año 1990. Licenciado en Bellas Artes por la Facultad de Sevilla en el año 1986 (información disponible: <http://worldcat.org/identities/viaf-88021074/>).

Megías López ha ganado numerosos premios importantes durante su carrera artística, entre los que se pueden señalar el Premio Instituto Británico de Sevilla, concedido por la Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría, en la XLI Exposición de Otoño en el año 1992, el 1º Premio del XXI Certamen Internacional de Escultura Jacinto Higuera, Santisteban del Puerto, Jaén, en el año 2000, o el 1º Premio de la V Bienal Nacional de Escultura Antonio González Orea en Andújar, Jaén, en el año 2002, e,tc.

También ha realizado numerosas exposiciones individuales entre las que destacan: “Demiurgo”, TheBlueAnt Gallery, Madrid, 2019; exposición individual de escultura en la Sala de Exposiciones de la Caja General de Ahorros de Granada en Jaén en 2001; exposición individual de escultura de Fundación Josep Niebla, en el Centro Cultural de Casavells en Gerona de 2001; “Esculturas”, Centro Cultural Fundación

CajaGranada, 2002, etc. Entre las numerosas exposiciones colectivas podemos señalar: la “LX Exposición nacional de Artes Plásticas” en Valdepeñas, Ciudad Real, en el año 1999; “Exposición Internacional de Escultura del Alto Almanzora”, en Las Menas en Serón, Almería en el año 1999; seleccionado en el “XXI Certamen Internacional de Escultura Jacinto Higuera” en Santisteban del Puerto, Jaén, en 2000; “De sonidos y silencios” en TheBlueAnt Gallery, en Madrid, 2018.

No obstante el grueso de su obra está relacionada con el espacio público, habiendo realizado numerosos monumentos públicos. Entre ellos podemos destacar, en la ciudad de Granada la “Fuente de las Granadas” (figura 6.12), “Viajeros en el Edén” (figura 6.13), “Manuel de Falla”, “El instante preciso”, “Frascuelo”; en otras localizaciones destacan “El arco de los trabajadores ” en Churriana de la Vega, “Andrés de Vandelvira” en Jaén, “Fuente de vida” en Lanjarón, etc.



*Fig. 6.12. La Fuente de las granadas. Ramiro Megías. Bronce. 2007.1100 x 1500 cm de altura. La confluencia de la carrera del Genil con el Paseo del Salón, Granada. Fuente: Elaboración propia.*





Fig.6.13. Viajeros en el Edén. Ramiro Megías. Bronce. 2009. Entre 200 y 220 cm de altura. La confluencia de la carrera del Genil con el Paseo del Violón, Granada. Fuente: Elaboración propia.

## **6.8. BALBINO MONTIANO BENÍTEZ**

Nacido en el año 1974 en Cádiz. Profesor Titular y secretario del Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes Universidad de Granada 2014-2019. Doctor en Bellas Artes de la Universidad de Sevilla, tras la defensa de su Tesis Doctoral “Los procedimientos de la forja en la escultura” en el año 2006.

Licenciado en Bellas Artes por la Facultad de Sevilla, con premio fin de Carrera en 2001. Becario de Colaboración del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte entre los años 2000-2001. Fue colaborador honorario en el Departamento de Escultura e Historia de las Artes Plásticas de la Universidad de Sevilla durante los años 2001-2003. Becario de Investigación de la Junta de Andalucía durante los años 2002-2005. Obtuvo la calificación de Sobresaliente en el Curso de Adaptación del Profesorado entre los años 2001-2002.

Ha obtenido numerosos premios entre los que destacan el premio de Escultura “Noviembre” en 1998 en Cádiz, el premio por Méritos Académicos de la Real Maestranza de Sevilla en 2001, el premio en el “II Certamen Nacional Fernando Quiñones” en 2001 en Cádiz, el premio “Vasallo Parodi” del Ateneo de Cádiz en 2001, el premio de escultura “IV Centenario del Quijote” en Alcalá de Guadaria (Sevilla) en el 2006, el primer premio del “VII Certamen de Escultura Forum Filatélico” en 2006 en Sevilla, el premio de Escultura “Miguel Sandoval” en Lora del Río (Sevilla) en 2006, Mención de honor en el “LIII Certamen Nacional Salón de Otoño de Escultura” en 2004 en Sevilla, etc.

También ha realizado numerosas exposiciones individuales y colectivas: “Peces de Hierro”, exposición monográfica y de carácter itinerante, con un total de 60 esculturas en 2012, “Cazadores de sueños”, en el crucero del Hospital Real de Granada en 2009, “Transatlántica”, en 2008, expuesta en diferentes ciudades de Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador y otros países de América.

Así también, el escultor Balbino Montiano Benítez ha realizado obras en bronce en espacios públicos entre las que destacan: “Homenaje al Emigrante” (figura 6.14) en Granada, relieve en bronce para la fundación “Sierra Elvira” en Granada, etc.



*Fig. 6.14. Los emigrantes. Balbino Montiano Benítez. Bronce. 2015. 188 x 136 x 90 cm. Avenida de Andaluces, Granada. Fuente: Elaboración propia*

## 6.9. JESÚS MONTOYA HERRERA

Nacido en el año 1987 en Granada. Actualmente es profesor ayudante doctor de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada. En 2014 obtiene el título de Doctor en Bellas Artes, tras la lectura de su Tesis Doctoral “Nuevos materiales cerámicos de reutilización de residuos pétreos de minería. Diseño, Caracterización de aplicaciones técnico-artísticas”.

Licenciado en Bellas Artes en 2009, obtuvo una beca de FPU (Formación de Profesorado Universitario) otorgada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, entre 2011 y 2015, en el Departamento de Escultura de la Universidad de Granada.

Durante su carrera artística ha ganado numerosos premios entre los que destacan: el 1º Premio I Concurso Internacional de Cerámica Artística en la Ciudad de Bailén en 2016, el 1º Premio del XIV Certamen Nacional de Pintura y Escultura en la Ciudad Autónoma de Melilla, Modalidad de Escultura en 2013, el 1º Premio Alonso Cano a la Creación Artística de la Universidad de Granada en la modalidad de Escultura en 2009 o el 2º Premio del II Concurso de Terracotas Fundación AguaGranada en Granada en 2012

Y de las numerosas exposiciones individuales podemos señalar: “Mitología personal”, en la Sala Zaida de la Fundación Caja rural, Granada, 2019; “Renuevos de bambú”, en la Galería Ceferino Navarro en Granada, 2018, “La huella y el fuego”, Sala de Arte Muelle de la Ciudadela (Antiguo Banco de España) en Jaén, 2018; o “La transformación constante”, Sala de Exposiciones de Servicios Centrales

de Caja Rural en Granada, 2013. Entre las exposiciones colectivas podemos destacar: “Selección natural, de Isla Darwin al gabinete del naturalista”, Sala Capilla del Hospital Real en Granada, 2018, “De sonidos y silencios” en THEBLUEANT GALLERY, Madrid, 2018, o su participación en “DONOSTIARTEAN 2016”, III Edición de la Feria Internacional de Arte Contemporáneo DonostiarTEAN, Palacio de Congresos Kursaal de San Sebastián, 2016.

Entre sus obras de bronce destacamos “Bifurcado” (figura 6.15) con la que obtuvo el Premio XIV Certamen Nacional de Pintura y Escultura, y “María Auxiliadora” (figura 6.16), ubicada al aire libre en los jardines de la Residencia María Auxiliadora en Churriana de la Vega (Granada).



*Fig. 6.15. Bifurcado. Jesús Montoya Herrera. Bronce. 2012. 180 cm de altura. Ciudad Autonoma de Melilla. Fuente: Jesús Montoya Herrera.*





*Fig.6.16. María Auxiliadora. Jesús Montoya Herrera. Bronce. 2018.115 cm de altura. Jardines de la Residencia Virgen María Auxiliadora, Churriana de la Vega, Granada. Fuente: Jesús Montoya Herrera.*





**7**

**EL PROFESOR ANTONIO  
SORROCHE CRUZ COMO  
PARADIGMA DE LA  
FUNDICIÓN TÉCNICA Y  
ARTÍSTICA EN LA FACULTAD  
DE BELLAS ARTES DE  
GRANADA**



## **7. EL PROFESOR ANTONIO SORROCHE CRUZ, COMO PARADIGMA DE LA FUNDICIÓN TÉCNICA Y ARTÍSTICA EN LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE GRANADA**

### **7.1. SEMBLANZA PROFESIONAL, FORMATIVA, ACADÉMICA E INVESTIGADORA**

Antonio Sorroche Cruz, nacido en el año 1945 en Granada, ha sido, hasta su jubilación en el año 2015, profesor titular del Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada. En 1994 recibe el título de Doctor tras la defensa de su Tesis Doctoral titulada “Nuevos materiales y nuevas técnicas en la fundición escultórica. El poliestireno expandido como un modelo gasificable”.

Antes de realizar sus estudios en Bellas Artes, cursó Ingeniería Técnica Industrial en 1970 en la Universidad de Málaga, siendo profesor en la Escuela de Técnicas Superiores en el curso académico 1992/93, y

posteriormente profesor en la Escuela de Arquitectura Técnica durante el curso académico 1993/94. En 1994 obtiene el título de Catedrático de Instituto, ejerciendo su docencia en el Instituto Hermenegildo Lanz de Granada, donde imparte la asignatura Dibujo Técnico. En el curso académico 1994/95 obtiene una plaza de profesor titular en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada y se incorpora a la enseñanza académica de Bellas Artes ese mismo curso.

Durante sus años docentes en esta Facultad, ostenta el cargo de Secretario del Departamento de Escultura desde el 1995 hasta 2001, compaginando las labores de gestión con la docencia artística y su propia carrera profesional.

Hay que señalar que al profesor Sorroche Cruz siempre le ha interesado el mundo de la fundición artística, contribuyendo de manera relevante al desarrollo de la misma en dicha facultad, aprovechando su formación y habilidad de ingeniero y su talento artístico para crear métodos nuevos en la enseñanza de la materia de fundición artística.

En este sentido hay que señalar que a partir de 1999 incorpora el uso del poliestireno expandido en la asignatura reglada “Técnicas de los Metales y Fundición”, si bien ya había utilizado previamente esta técnica en su docencia en los cursos de doctorado de la UGR en los años 1994, 1995, y 1997 (1994/95/97/99), titulados “Técnicas de metales aplicados a la escultura”, y el curso de doctorado realizado en el curso 1998/99 titulado “Técnicas de fundición de metales aplicadas a la escultura”. De esta manera el profesor Sorroche Cruz rewertió, a nivel docente, todos sus estudios e investigaciones realizadas durante su Tesis Doctoral.

Por tanto se puede considerar que el profesor Sorroche Cruz fue el primero en utilizar el uso del poliestireno expandido, propio del mundo industrial, en la fundición artística en el contexto académico de las universidades españolas, a través de la Universidad de Granada.

Por otro lado, a nivel investigador, el profesor Sorroche Cruz ha publicado numerosos libros y artículos con referencia al tema de la fundición artística en general y el uso del poliestireno expandido en procesos de fundición artística en particular. Destacamos entre sus artículos, los más relevantes:

- Sorroche Cruz, A., Lozano Rodríguez, I., Alberto Durán Suárez, J., Peralbo Cano, R., Bellido Márquez, M. Del Carmen (2009): “Mejora de los métodos de trabajo en fundición escultórica con modelos de poliestireno expandido”. *Técnica industrial*, N° 284, pp. 48-53. ISSN 0040-1838.
- Durán Suárez, J., Sorroche Cruz, A., Lozano Rodríguez, I., Peralbo Cano, R., del Carmen Bellido Márquez, M., Moreno Pabón, C. (2008): “Métodos analíticos para la evaluación de compuestos refractarios en fundición escultórica”. *Fundidores*, ISSN 1132-0362, N° 146, pp. 17-21.
- Sorroche Cruz, A., Dumont Botella, A. (2006): “Técnicas de moldeo químico autofraguante para obtener piezas en vidrio fundido, con modelos gasificable”. *Fundidores*, N° 132, pp. 34-38. ISSN 1132-0362.
- Sorroche Cruz, A., Rodríguez Gordillo, J.M., Alberto Durán Suárez, J. (2003): “Nuevas técnicas en la fundición



escultórica. Uso de las calcarenitas con modelo gasificable”. *Actas Congreso INARS: la investigación en las artes plásticas y visuales / coord. por Alberto Mañero Gutiérrez, Juan Carlos Arañó Gisbert*, pp. 363-374. ISBN 84-472-0762-5.

A su vez, destacan los siguientes libros sobre la fundición artística de metal con el uso de modelo gasificable (poliesterino expandido):

- Sorroche Cruz, A., Moreno Pabón, C., López Rodríguez, S. (1999): *Fusión-interacción de metales no férricos con la utilización de modelos gasificables de poliestireno expandido aplicados a la escultura*. Universidad de Granada. ISBN 84-930366-3-3.
- Sorroche Cruz, A. (1998): *Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica actual: el uso del poliestireno expandido*. Granada: A. Sorroche Cruz,. ISBN 84-605-8187-X.
- Sorroche Cruz, A. (1994): *Nuevos materiales y nuevas técnicas en la fundición escultórica: el poliestireno expandido como modelo gasificable*. Universidad de Granada. ISBN 84-338-1895-3.

Paralelamente, el profesor Sorroche Cruz dirigió varias Tesis Doctorales durante su carrera académica, todas ellas relacionada con técnicas y materiales en el arte. Destacamos entre ellas la que están relacionadas con la fundición artística de metal:

- Lozano Rodríguez, I (2012). *Nuevos modelos gasificables aplicados a la técnica de la cascarilla cerámica: uso de*

*pinturas refractarias* (Tesis Doctoral). Departamento de Escultura. Universidad de Granada.

Por otro lado, hay que mencionar que el profesor Sorroche Cruz, además de su línea de investigación asociada a la fundición artística ya referenciada, paralelamente sus investigaciones también se han ocupado de la fundición artística de vidrio y su vinculación con la escultura. En este sentido su actividad investigadora queda reflejada tanto en artículos, libros y la dirección de 2 Tesis Doctorales. Con respecto a los artículos destacan:

- Sorroche Cruz, A., Dumunt Botella, A. (2006): “Técnicas de moldeo químico autofraguante para obtener piezas en vidrio fundido, con modelos gasificables”. *Fundidores*, Nº 132, pp. 34-38. ISSN 1132-0362.
- Sorroche Cruz, A., Dumunt Botella, A. (2004): “Importancia del uso de pinturas refractarias en modelos de poliestireno expandido, para obtener piezas en vidrio fundido”. *Fundidores*, Nº 116, pp. 16-21. ISSN 1132-0362.
- Sorroche Cruz, A., Dumunt Botella, A. (2001): “Uso de modelos de cascarilla cerámica con modelos de poliestireno expandido aplicados a las técnicas de vidrio en caliente”. *Fundidores*, Nº 91, pp. 37-40. ISSN 1132-0362.
- Sorroche Cruz, A., Dumunt Botella, A. (2000): “Uso del poliestireno expandido como modelo gasificable en técnicas de vidrio en caliente”. *Fundidores*, Nº 83, pp. 30-34. ISSN 1132-0362.

Entre los libros relacionados con el vidrio y la escultura destacan:

- Villegas Broncano, M.A., Durán Suárez, J.A., Sorroche Cruz, A., Fernández Navarro, J. M. (2017): *La escultura en vidrio*. Granada: Editorial Universidad de Granada. ISBN 9788433861306.
- Sorroche Cruz, A., Dumont Botella, A. (2006): *Técnicas de vidrio en horno: aplicación del poliestireno expandido como modelo gasificable en pasta de vidrio*. Granada: Rodych. ISBN 84-611-2550-9.
- Sorroche Cruz, A., Dumont Botella, A. (2001): *Técnicas de fundición con la utilización de modelos perdidos en pasta de vidrio*. Granada: A. Dumont, Granada: Reprografía Digital Granada. ISBN 84-699-5767-8.

A su vez, las 2 Tesis Doctorales dirigidas son las siguientes:

- Villegas Broncano, M.A. (2016): *Desarrollo histórico y formal de la escultura en vidrio* (Tesis Doctoral). Departamento de Escultura. Universidad de Granada.
- Dumont Botella, A. (2006): *El vidrio de la escultura y la pintura, utilización de modelos elaborados en poliestireno expandido aplicados a la pasta de vidrio* (Tesis Doctoral). Departamento de Escultura. Universidad de Granada.

## 7.2. OBRAS ARTÍSTICAS REALIZADAS EN FUNDICIÓN

Cuando hablamos de las obras de Antonio Sorroche Cruz, hay dos conceptos que destacan por encima de otros: *la puerta* y *el cubo*. Estos dos términos tienen un doble sentido, técnico y conceptual. *La puerta* viene dada por:

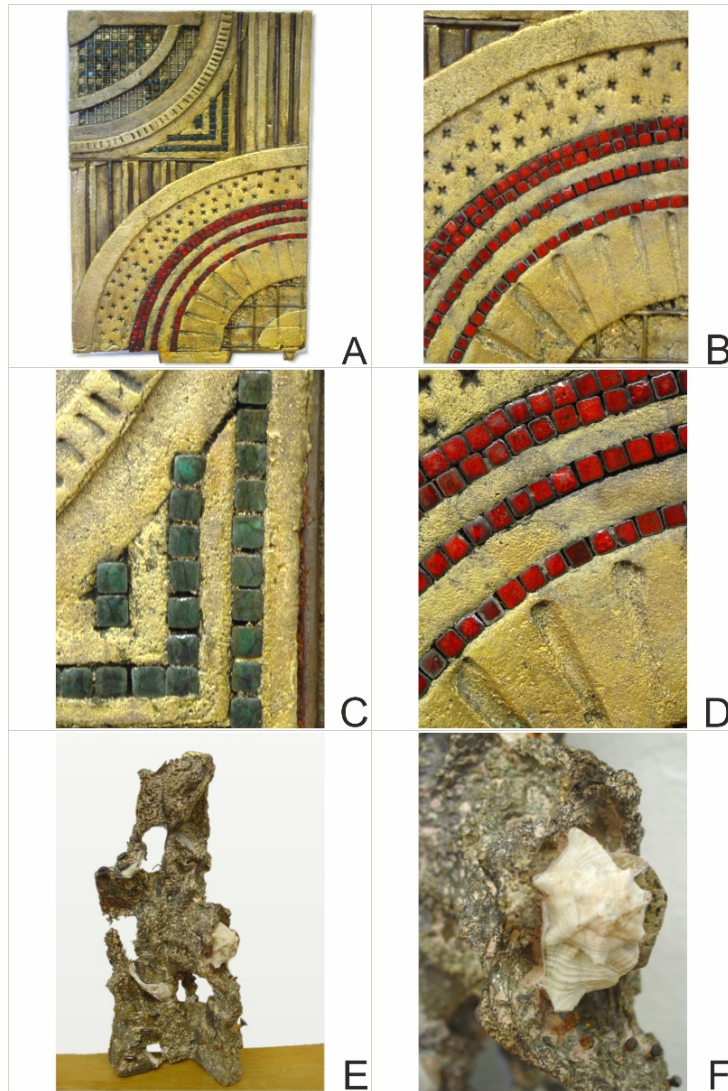
*“la necesidad de realizar un tipo de relieve que solucione unos planteamientos plásticos concretos. Nos interesa el relieve en principio, a nivel personal, no por sí mismo, sino formando parte de un todo que, como ha demostrado la historia, puede ser simultáneamente elemento funcional y arte”* (Sorroche Cruz, 1998).

La puerta, en la historia de la arquitectura y en el urbanismo, siempre ha tenido muchas referencias, según Sorroche Cruz (1998), habla de ciudades enteras, espacios íntimos, culturas, espacios y lugares más allá de la muerte, etc.

Por otro lado, el objetivo de la realización de las obras de la serie *el cubo*, fue comprobar la viabilidad de distintos procedimientos de moldeo para la fundición. Hay dos tipos de obras artísticas de la serie *el cubo*, unas son macizas y otras huecas, con formas distintas.

Ambas series tienen un eco de huellas industriales y arquitectónicas. Algunas obras incorporan además piezas de metal. Dichas piezas de metal se incrustan en el poliestireno expandido utilizado como modelo gasificable, de forma que durante el proceso de fundición el bronce fundido ocupa el espacio del poliestireno, abrazando y fijando el resto de piezas e incrustaciones metálicas.

A continuación se muestran imágenes de algunas obras escultóricas del profesor Sorroche Cruz.



*Fig. 7.1. Lámina en la que se aprecian dos obras en bronce (A y E) y detalles de las mismas (B,C,D y F) realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Se puede percibir el uso de la piedra en forma de mosaico en las figuras A, B, C, D, o de forma irregular en las figuras E y F.*

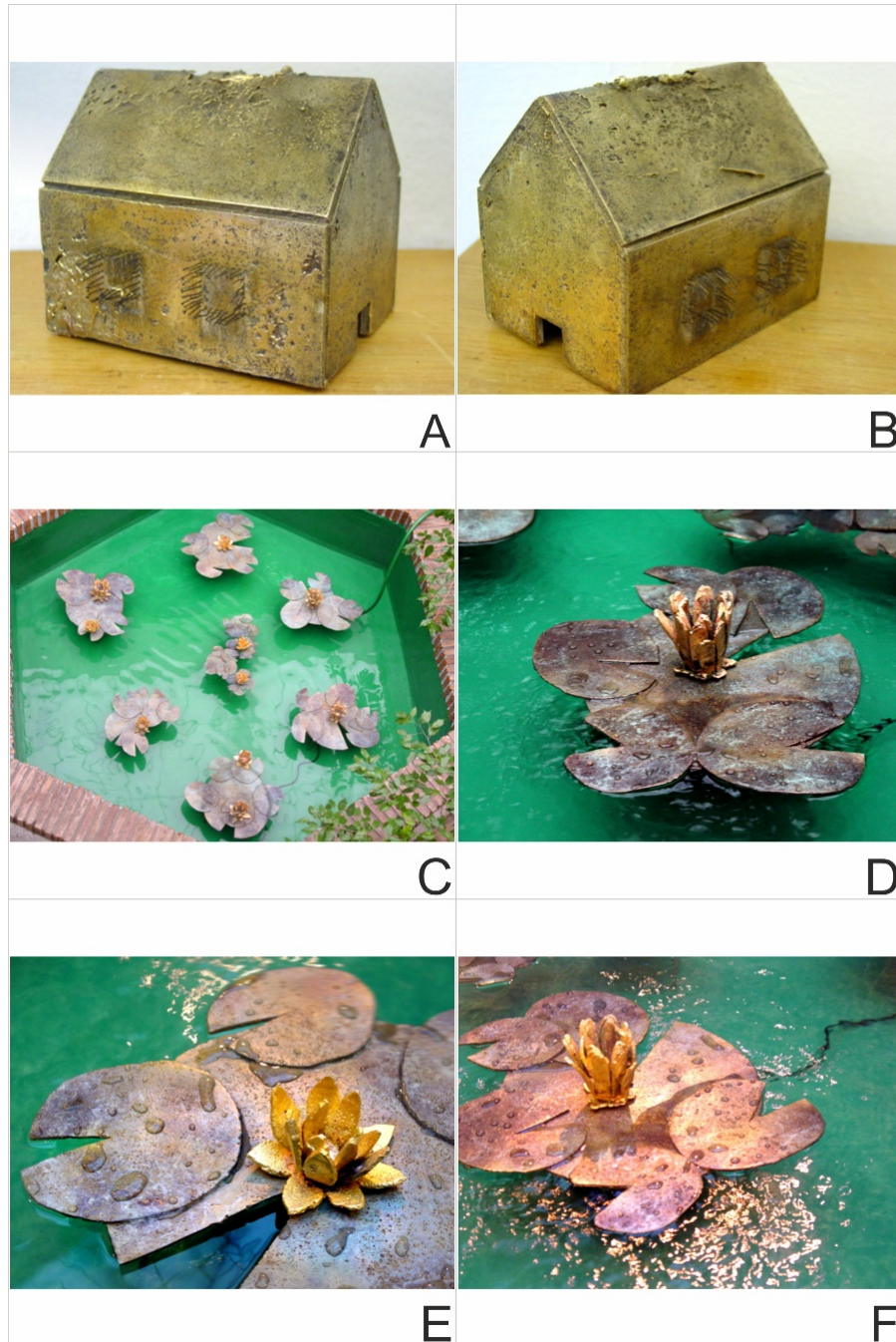
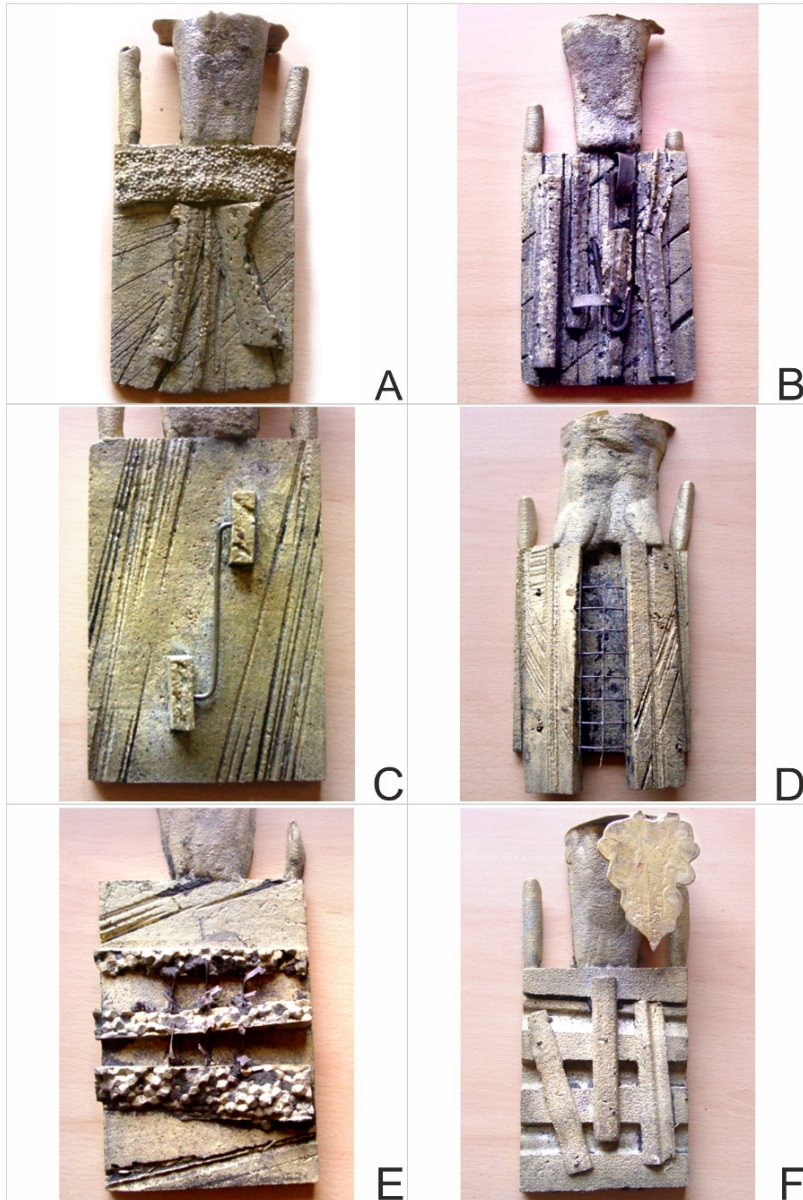
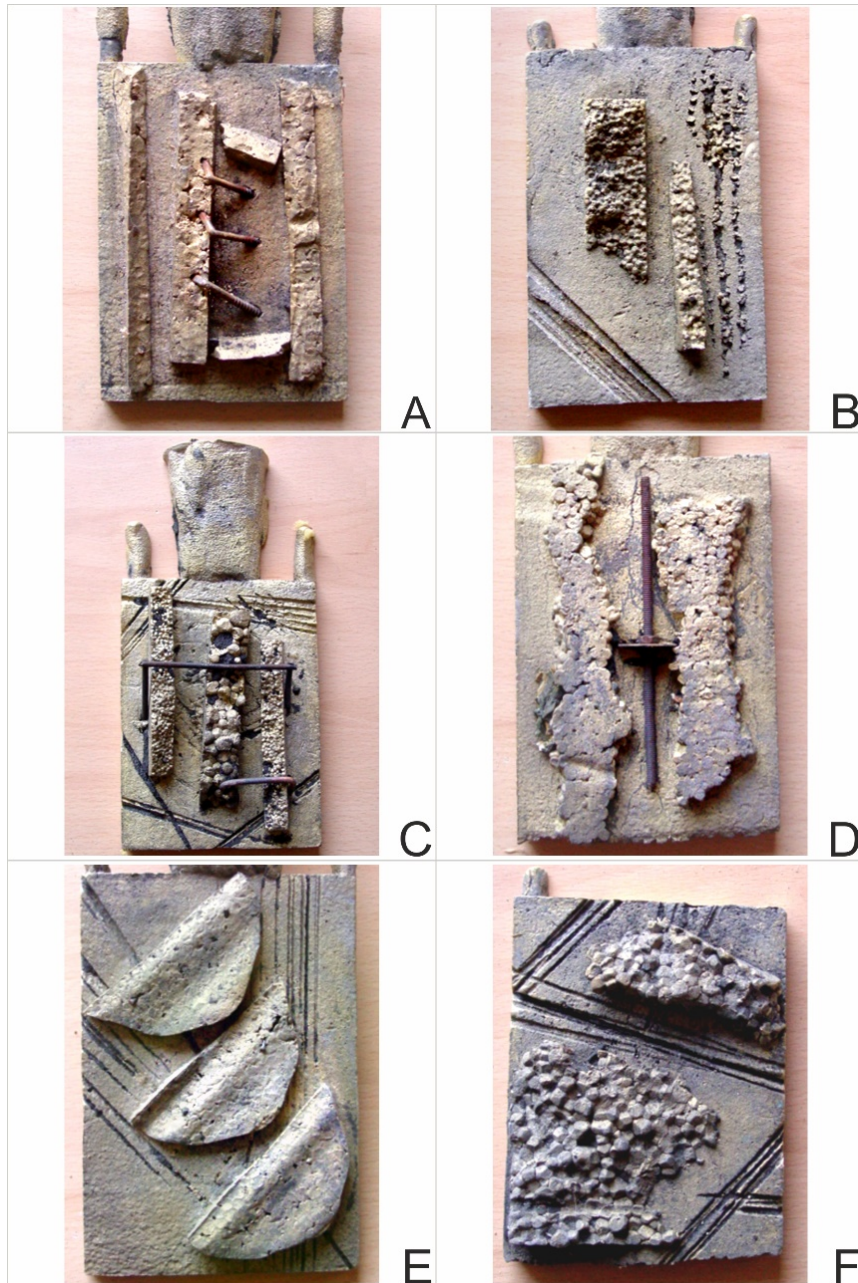


Fig. 7.2. Lámina en la que se aprecian dos obras en bronce (A y C) y detalles de las mismas (B,D,E y F) realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz.



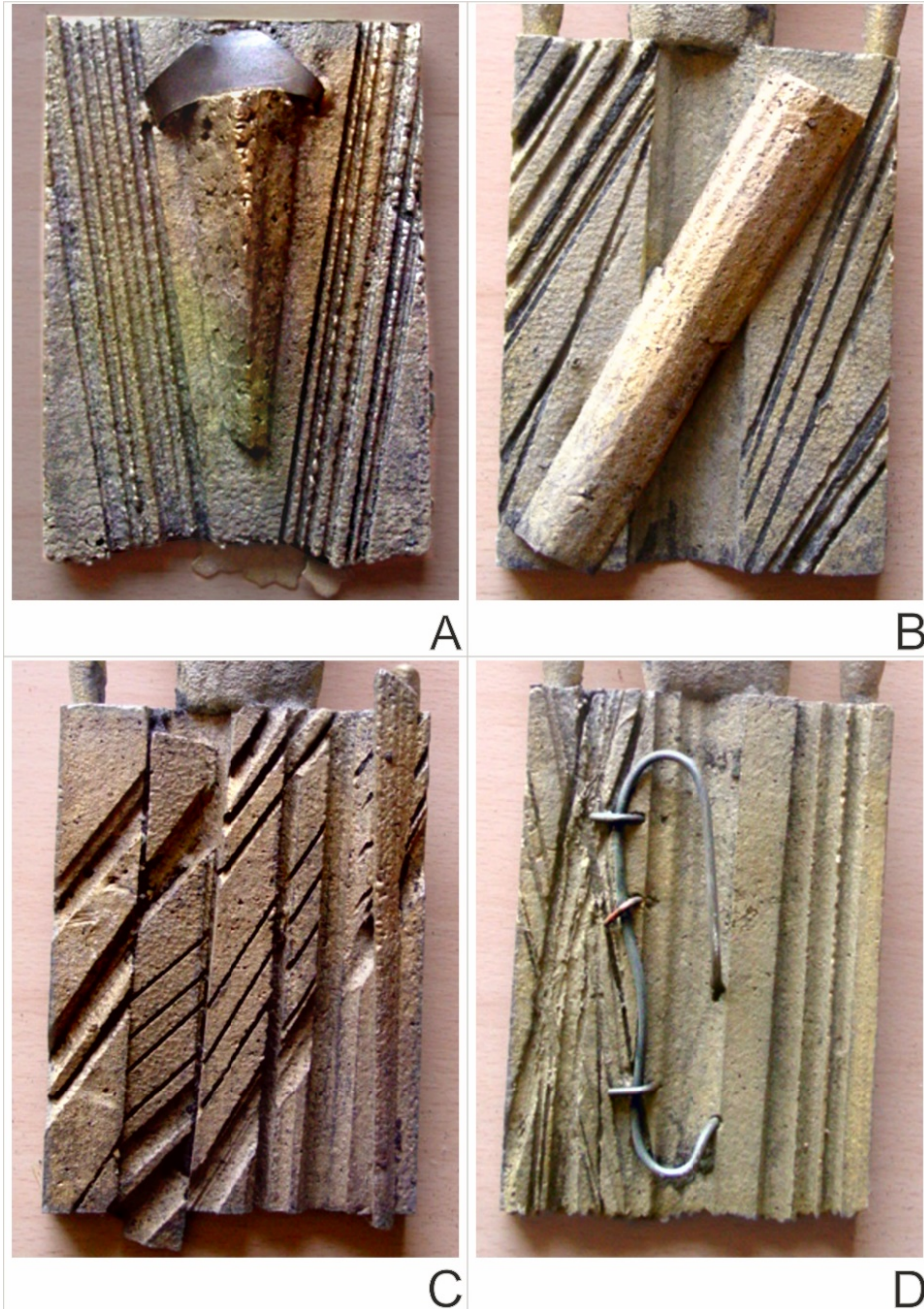


*Fig. 7.3. Relieves en bronce realizados por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Se puede percibir que el artista ha dejado algunos restos del proceso de fundición (los bebederos), y en otras se incorporan otros elementos metálicos (B,C,D y E).*



*Fig. 7.4. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Se puede percibir que el artista ha dejado algunos restos del proceso de fundición (los bebederos), y en otras se incorporan otros elementos metálicos (A, C y D)*





*Fig. 7.5. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Señalar la incorporación de otros elementos metálicos (A y D).*

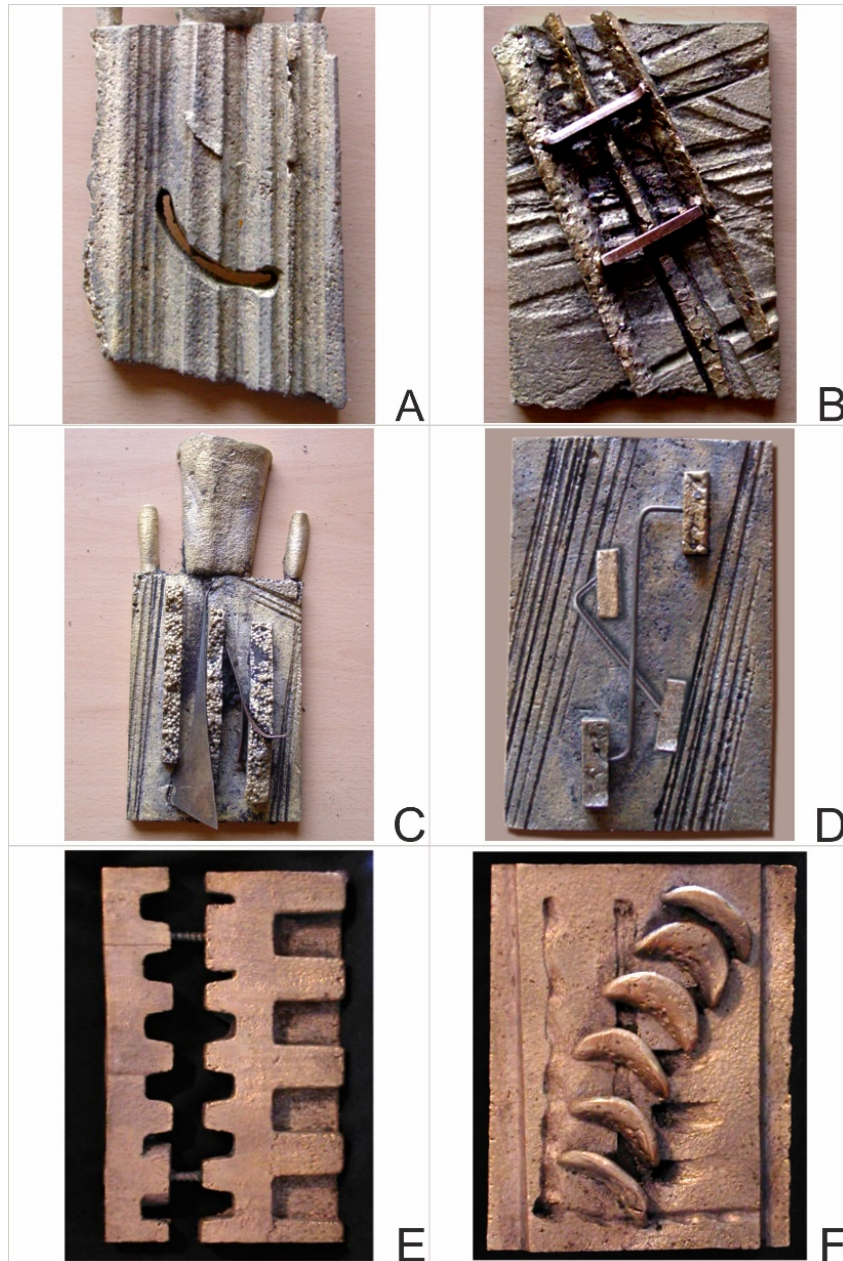
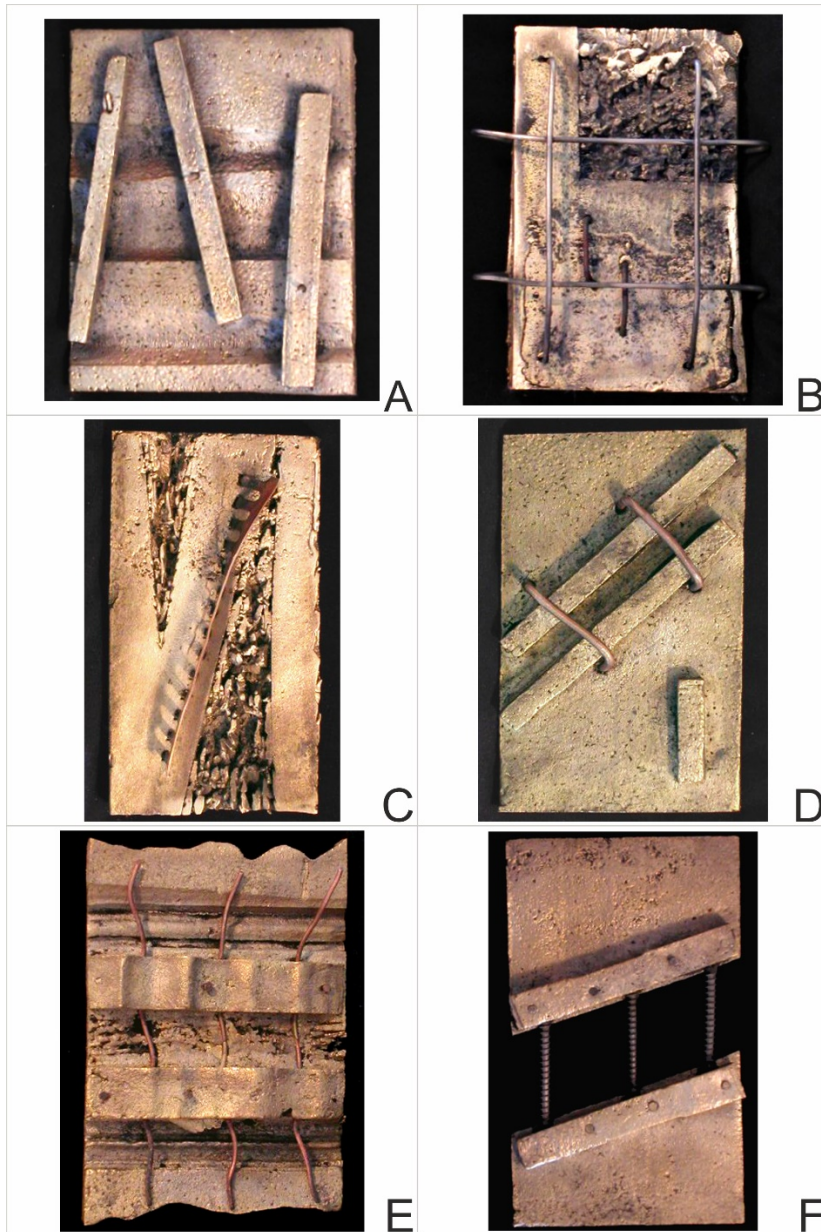
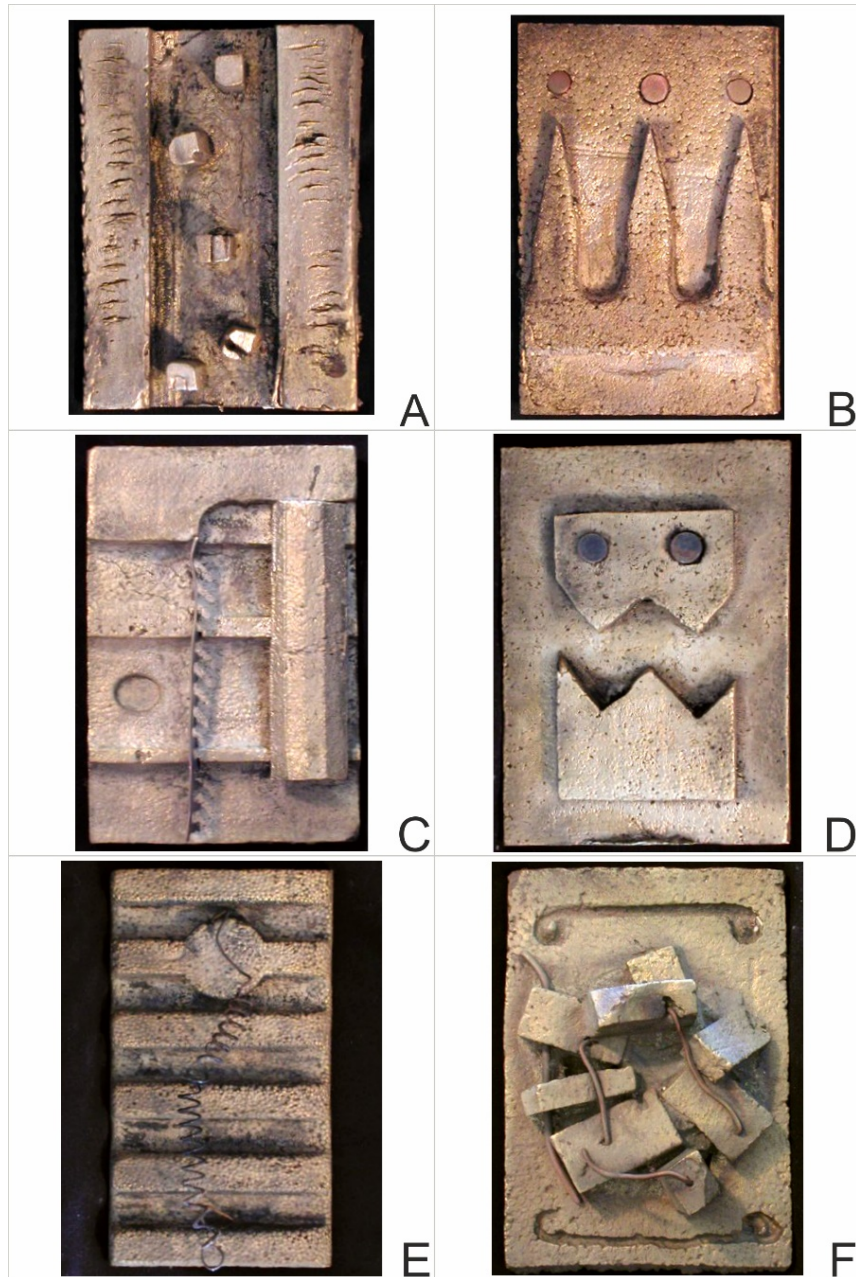


Fig. 7.6. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Nótese cómo se han dejado algunos restos del proceso de fundición (los bebederos), y en otras se incorporan otros elementos metálicos (A,B,C,D y E).





*Fig. 7.7. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Destaca la incorporación de otros elementos metálicos en todas las figuras (A, B, C, D, E y F).*



*Fig. 7.8. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Señalar la incorporación de otros elementos metálicos en las figuras (B, C, D, E y F).*



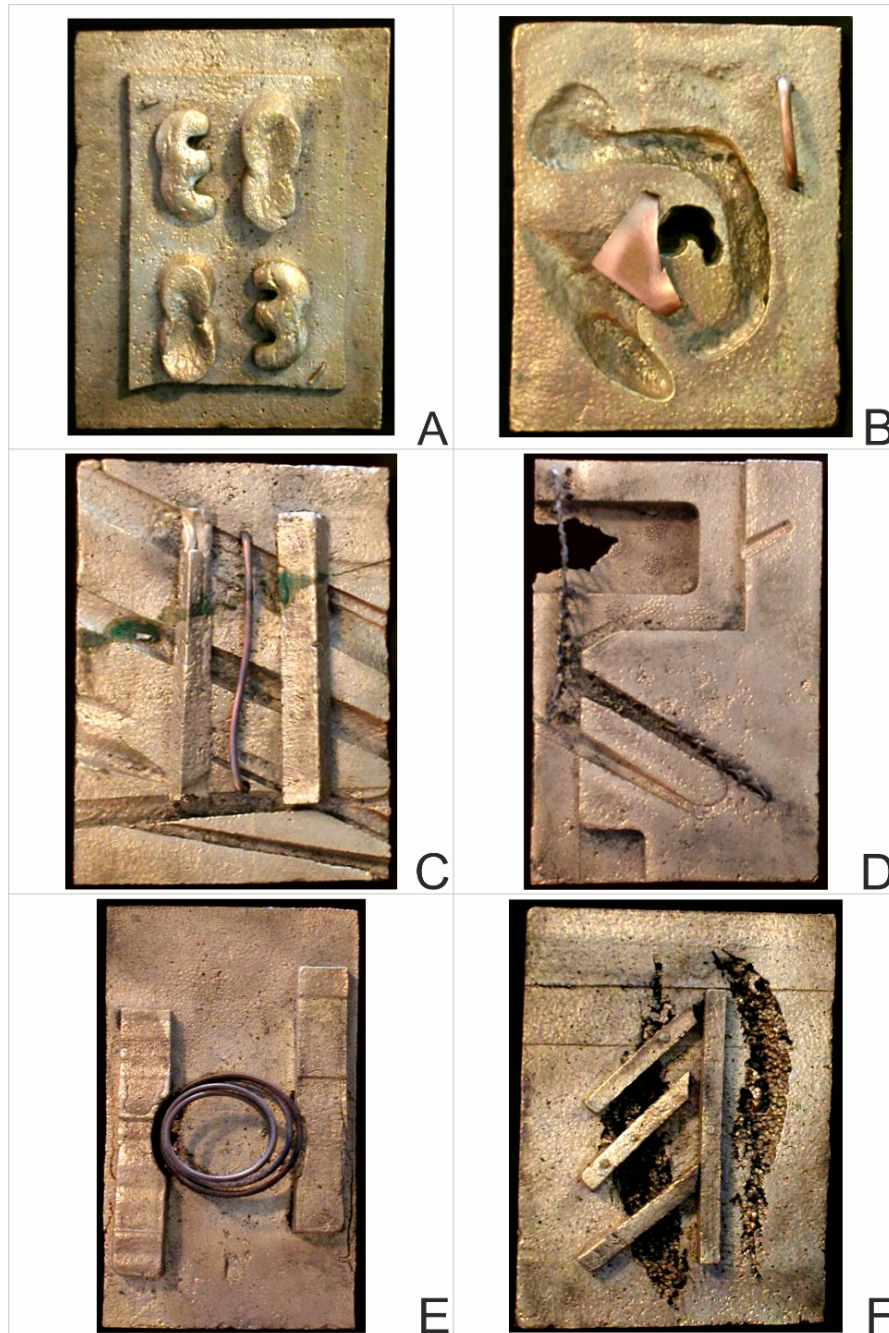
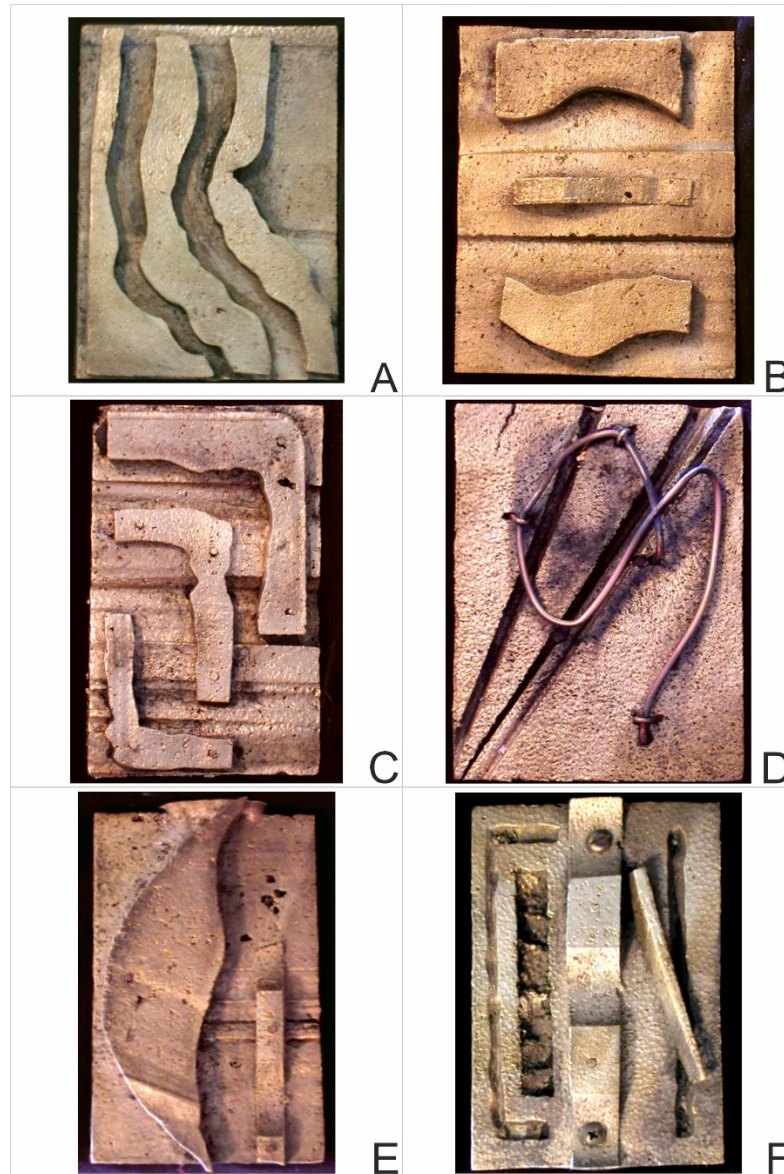


Fig. 7.9. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Se puede percibir la incorporación de otros elementos metálicos en las figuras (B, C, D, E y F).



*Fig. 7.10. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Nótese la incorporación de otros elementos metálicos en las figuras (C, D, E y F).*

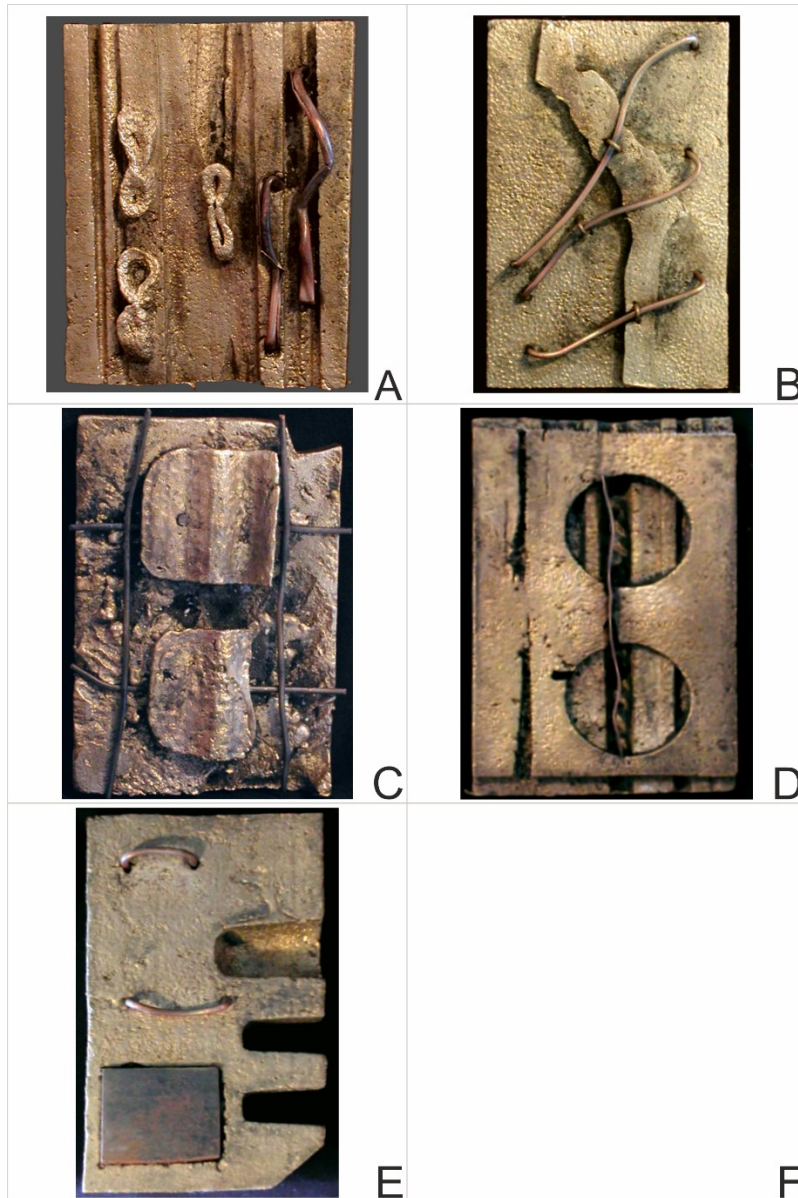


Fig. 7.11. Relieves en bronce realizadas por el profesor Antonio Sorroche Cruz utilizando el modelo gasificable (poliestereno expandido). Se puede percibir la incorporación de otros elementos metálicos en las figuras (A, B, C, D y E).







**8**

**CONCLUSIONES  
GENERALES**



## **8. CONCLUSIONES GENERALES**

A través de la presente investigación se pueden destacar diversas conclusiones. En primer lugar queda fuera de toda duda que los inicios de la metalurgia y la fundición de metales marcaron un hecho muy importante en el desarrollo y la evolución de la humanidad. Es decir, el desarrollo de la metalurgia contribuye de manera fundamental a la tecnología de las primeras sociedades humanas, influyendo en numerosos campos fundamentales de la actividad humana (producción de útiles, mejora de herramientas y armas, objetos religiosos y ornamentales, etc.). De esta manera, se puede comprobar cómo el desarrollo metalúrgico ha acompañado al ser humano en las diferentes etapas de su historia, influyendo, condicionando y determinando aspectos fundamentales en todas ellas.

De esta manera, así también en el aspecto artístico, los avances técnicos que se van sucediendo en el desarrollo de la fundición de metales han influido directamente en el arte de cada época, permitiendo, con la mejora

de las materias primas (en un principio cobre y bronce y posteriormente hierro, oro, plata, aluminio o cinc a medida que avanza el desarrollo metalúrgico) y de las técnicas y procesos de trabajo de las mismas, adaptar los procesos técnicos en el trabajo del metal y su fundición, a los valores estéticos de cada época, desde las primeras civilizaciones mesopotámicas y egipcias, pasando por la Antigua Grecia y el Imperio Romano, donde llegan a alcanzar niveles muy altos de refinamiento técnico, en ámbitos tanto industriales como artísticos (en especial en escultura).

En la etapa bizantina, durante la Edad Media, las técnicas de fundición de metal sufrieron cierto estancamiento, sobre todo en el campo artístico, dedicando mayor atención a la realización de armas y objetos religiosos tales como campanas y puertas (donde la escultura en relieves sí tuvo mayor presencia). No obstante, la orfebrería sí avanzó técnicamente en especial en procesos de trabajo con metales nobles como el oro y la plata, que gozaron de éxito y relevancia entre las clases nobles de la sociedad de esa época.

Durante el Renacimiento, al igual que en otros campos del saber, sí se produjeron importantes avances en el campo de la metalurgia y las técnicas de fundición, ampliándose las forjas tradicionales, gracias a la mejora del sistema de fuelles movidos por energía hidráulica y la creación del alto horno. El bronce, por su parte, es definitivamente sustituido por la forja del hierro en la producción armamentística (sin duda más resistente), utilizándose principalmente para el ámbito artístico y ornamental. Todos estos avances, que tienen repercusión directa en el ámbito artístico, se van prolongando durante los siglos XVII y XVIII (las transformaciones en

los diferentes modos de tratamiento de la materia prima se perfeccionan desde finales del siglo XVII y la aparición de instrumentos mecánicos más eficaces vienen provocadas por la utilización del carbón mineral en lugar de utilizar el carbón vegetal), siendo a finales del s. XVIII y plenamente en el s. XIX, con la Revolución Industrial, cuando se produzcan verdaderos cambios en el tratamiento del metal. Es en este siglo cuando se utilizan por primera vez técnicas novedosas nuevas como la galvanoplastia y el vaciado en zinc, y el empleo del hierro fundido y soldado pasa a usarse también en campos arquitectónicos y escultóricos.

Por su parte, a lo largo del siglo XX y durante el presente siglo XXI continúa el desarrollo de técnicas para una nueva ciencia metalúrgica basada en la relación de las propiedades (composición y estructura física) de los metales, especialmente a nivel microscópico (gracias a las investigaciones de expertos como WC. Roberts-Austen y H.C. Sorby). A nivel artístico el bronce continúa siendo un metal fundamental para la escultura, si bien se populariza el empleo artístico de otros metales (acero, zinc, hierro, aluminio, etc.) que también ocupan un espacio muy importante en la obra escultórica gracias a mejoras técnicas en el tratamiento de estos metales (avances y reinamiento en los sistemas de fundición a la arena o fundición a la cera perdida), así como el perfeccionamiento en procesos técnicos relacionados con el tratamiento del metal tales como el desarrollo de la soldadura de hilo continuo y otras herramientas eléctricas que facilitan las labores de repaso y acabado (pulidoras, amoladoras, radiales, fresas, tornos, microtornos, etc.).

Por otro lado, con respecto a la enseñanza de las materias artísticas en España, una vez conocido el recorrido histórico y las particularidades de

sus inicios y su asentamiento (adaptando modelos extranjeros como Roma y Florencia, entre otros), podemos señalar como rasgo común la dificultad (y en algunos casos precariedad) durante los primeros procesos de academización, donde, a pesar de la escasez a nivel material y de infraestructuras, el profesorado, bien preparado técnicamente a nivel general, suplía con entusiasmo y dedicación estas primeras carencias. Hechos que refuerzan esta hipótesis son, por ejemplo, el hecho de que las primeras academias no tenían muchas salas o estudios para el alumnado, sirva como ejemplo el caso de la Real Academia de San Fernando, donde la sala del modelo vivo fue compartida por clases de Pintura y Escultura. No obstante, numerosos profesores fueron destacados artistas de su época, verdaderos especialistas en el arte clásico academicista. Por tanto podemos señalar como relevante este contraste inicial entre precariedad de medios suplida por la buena preparación del profesorado.

Con el tiempo, algunas academias se transformaron en escuelas superiores, que constituyen el germen de las actuales facultades de bellas artes, las cuales han sido ido sometidas a diferentes planes de estudios hasta llegar al plan actual.

Al respecto de la enseñanza propiamente de la materia de fundición artística de metales, no hay datos en las informaciones y bibliografía consultada de que su enseñanza se produjera ni en las antiguas academias ni en las escuelas superiores. En esta época, para realizar una obra en bronce u otro metal se recurría fundiciones privadas artesanales, teniendo que recurrir a fundiciones en el extranjero, en algunos casos, según la importancia de la obra.

Por tanto, se puede decir que el origen de la fundición artística de metales en las enseñanzas artísticas españolas es muy reciente, perteneciendo a la etapa de facultades de bellas artes en el contexto propiamente universitario, pudiendo situar su origen en Universidad de La Laguna en 1984 (tras algún intento no concluido en la Facultad de Bellas Artes La Complutense de Madrid).

Se puede decir que la presencia de la fundición en los diferentes planes de estudios de las facultades de Bellas Artes, desde el primer plan hasta el actual ha sido en cierta manera irregular, resultando una enseñanza no contemplada en todas las facultades de bellas artes del país. Además, en aquellas en las que sí ha tenido presencia, no en todas se ha mantenido a lo largo de numerosos cambios de planes de estudio. En algunas facultades su enseñanza ha quedado incluida en asignaturas más genéricas y, en aquellas en las que sí ha disfrutado de una asignatura completa, exclusiva para la materia, siempre ha sido una asignatura optativa, un curso de doctorado o de máster.

Sin embargo, con los actuales planes de estudios de bellas artes, podemos señalar un ligero aumento de la presencia de la materia de fundición artística, pues habiendo mantenido una presencia más o menos similar a la de planes anteriores en asignaturas regladas en los casos de Sevilla, Granada, Barcelona, La Laguna o Castilla La Mancha, ha aumentado su presencia en los casos de Altea (asignatura de nueva implantación) y Madrid (se recogen ciertos contenidos de fundición en una asignatura reglada por primera vez). Por el contrario, sólo ha desaparecido del plan de estudios en la Universidad del País Vasco.



De esta forma, a nivel general se puede concluir que, si bien los procesos técnicos de la fundición artística son un elemento imprescindible en el desarrollo histórico de la escultura (están íntimamente ligados a movimientos artísticos relevantes en prácticamente todas las épocas), en el contexto académico español puede considerarse como una materia de implantación tardía y poca tradición, no habiendo alcanzado una implantación generalizada en el conjunto total de facultades de bellas artes españolas. Si bien es imprescindible señalar que, a excepción de la Universidad del País Vasco, en aquellas en las que se ha implantado parece haberse consolidado con firmeza a través de los diferentes planes de estudios, con lo que su continuidad parece estar garantizada.

Finalmente, en el caso concreto de la enseñanza de fundición artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada, punto fundamental de esta investigación, se puede señalar que el desarrollo de la fundición artística en el ámbito docente desde su implantación en los primeros planes de estudio fue ganando peso e importancia a medida que se fueron sucediendo dichos planes, alcanzando su cénit con el plan de 1999 de Licenciado en Bellas Artes. En este plan de estudios la fundición artística de metales tuvo presencia tanto en la licenciatura como en el tercer ciclo (de doctorado), complementando su enseñanza además con numerosos y actividades complementarias.

En la actualidad, con el plan Bolonia, la enseñanza de la fundición artística de metales sigue teniendo cabida, habiendo mantenido una asignatura propia en el Grado en BBAA. No obstante, sí ha sufrido una

reducción de actividades y horas docentes si tenemos en cuenta que ha desaparecido su presencia en tercer ciclo (Máster) y se realizan un menor número de actividades y cursos complementarios, aunque sí ha habido un repunte en cuanto al número de trabajos de artículos en revistas especializadas dedicados a la materia. Por tanto, dado el recorrido histórico y el asentamiento de esta materia en la Universidad de Granada a través de los diferentes planes de estudio, parece garantizada su permanencia en el futuro.



# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre Caravajal, E. (2016). "Otros materiales utilizados en la escultura". En Alegre Caravajal, E., Perla De Las Parras, A., López Díaz, J. *La Materia del Arte: Técnicas y Medios*. Editorial Centro de estudios Ramón Areces, S.A. Madrid, España. Págs. 327-334. ISBN: 978-84-9961-225-6.

Almagro-Gorbea, Martín, Álvarez Martínez, José M<sup>a</sup>, Blázquez, José M<sup>a</sup> y Rovira, Salvador, et al. (2000). *El Disco de Teodosio*. Madrid Real Academia de la Historia. Madrid, España. ISBN: 8489512604 9788489512603.

Appold, H., Feiler, K., Reinhard, A., Schmidt, P. (1985). *Tecnología de los metales para profesiones técnico- mecánicas*. Editorial REVERTÉ, S.A. Barcelona, España. ISBN: 84-291-6014-0.

Arbeteta, L. (1998). *La joyería española de Felipe II a Alfonso XIII en los museos estatales*. Editorial NEREA. España. ISBN: 9788489569195.

Ares. J. Antonio. (2004). *EL METAL*. Editorial Parramón, S.A. Badalona, España. ISBN: 84-342-2664.

- Artola, M. (2016). *El Legado de Europa*. Capítulo 1.3 los metales. Editorial Kailas, S.L. Madrid, España. ISBN: 978-84-16523-64-1, 978-84-16523-46-7.
- Balard, M., Genet, J. P., & Rouche, M. (1989). *De los bárbaros al Renacimiento*. Ediciones AKAL. Madrid, España. ISBN: 9788476003428.
- Barroso Herrera, S., Carsí Cebrián, M. (2013). *Procesado y puesta en servicio de materiales*. Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. ISBN: 978-84-362-6797-6.
- Bazin, G. (1972). *Historia de la escultura mundial*. Edicion Barcelona Blume. Barcelona, España. ISBN: 978-84-70311697.
- Bellido Jimenez, M<sup>a</sup> José y Pablo Gallardo, P. (1992). *Fundición a la arena*. Editores Montilla, Córdoba : Gallardo y Bellido. España. ISBN: 84-604-3211-4.
- Bendala Galán, M. (2005): "El arte del Próximo Oriente" en Ramirez, J.A (coord.). *Historia del Arte, El Mundo Antiguo*. Editorial Alianza. S.A. Madrid, España. Págs. 183-240. ISBN: 84-206-9481-9 (Tomo1), 84-206-9480-0(O.C.).
- Blanco, A. F. (1971). *Arte Griego*. Edición: C.S.I.C. Instituto Español de Arqueología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid, España. OCLC Number: 431656814.
- Bonfante L., y Swaddling J. (2009). *Mitos Etruscos*. Ediciones Akal, S.A. Traducción: Malina Grinburg Almirón. Madrid España. ISBN: 9788446026983 8446026988.
- Botero Medellín, M<sup>a</sup>, Mercedes. (2007). *La ruta del oro: una economía primaria exportadora Anti sculptureoquia 1850-1890*. Editorial Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. ISBN: 978-958-8281-81-0.
- Bustamante García. A. (2005): "El Renacimiento en Italia. El Cinquecento", en Ramirez, J.A (coord.). *Historia del Arte, La Edad Moderna*. Editorial Alianza. S.A., Madrid, España. Págs. 57-18. ISBN: 84-206-9480-0 (O.C.), 84-206-9480-5 (Tomo III).

- Callister Jr, W.D. (2007). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 1*. Editorial REVERTÉ, Barcelona, España. ISBN: 978-84-291-7253-9 Volumen 1, 978-84-291-7252-2 obra completa.
- Campos Luque, M.A., (2014). *Liberty*. Universidad de Laguna, Facultad de Bellas Artes. Tomado de: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/641/Liberty.pdf?sequence=1>.
- Casasayas i Guillem, F. (1986). Un inédito "*Elogio de el cavallero Juan Lorenzo Bernini*", de autor anónimo. D' Art. N° 12. Págs. 291-298. ISSN 0211-0768.
- Cellini, B. (1989). *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*. Traducido por: Juan Calatrava Escobar. Ediciones Akal. Madrid. España. ISBN: 8476003927 9788476003923.
- Ceysson, B., Bresc- Bautier, G. (2006). The Renaissance. En Duby, G., Daval, J.L. (editoriales). *Sculpture. From the Renaissance to the present day*. Editorial Taschen. Colonia, Alemania. Págs. 555-628. ISBN: 3-8228-5080-2.
- Chilvers, I. (2001). *Diccionarios Oxford-Complutense. Arte del siglo XX*. Editorial Complutense. Madrid, España. ISBN: 9788474916003.
- Corredor Martínez, J. A. (1999). *Técnicas de Fundición Artística*. Editorial Universidad de Granada. Campos Universitarios de Cartuja. Granada, España. ISBN: 84-338-2306-X.
- De Barañano, K., & Uriarte, J. (2003). *Chillida: el artista en su taller*. Tf. Editores Alcobendas. Madrid, España. ISBN: 9788495183378.
- De Barañano, K. (2002). *Elogio del fuego en el libro: Eduardo Chillida: elogio del hierro 2002*. Valencia: IVAM Institut Valencia d'Art Modern. Tomado de: <http://catalogo.artium.eus/book/export/html/4120>
- Dell'Arco, F. (2006): "Baroque". en Duby, G., Daval, J.L. (editores). *Sculpture, from the Renaissance to the Present Day*. Editorial Taschen. Colonia, Alemania. Págs. 707- 734. ISBN: 3-8228-5080-2.



- Domergue, C. (1990). Minería hispanorromana v bronce romanos. Bronces de uso técnico e industrial. *Los bronce romanos en España*. Catálogo de la Exposición. Ministerio de Cultura. Madrid, España. Págs. 27-36.
- Elvira, M.A. (2005). "El Arte Etrusco y Romano". En Alcina Franch, J., Barandiarán, I., et.al. *Historia del Arte El Mundo Antiguo*. Editorial Alianza. Madrid, España. Págs. 310-368. ISBN: 84-206-9481-9 (TOMO 1), 84-206-9480-0 (O.C.).
- Escarpa, A. (2000). *Historia de la ciencia y de la técnica. Tecnología Romana*. Ediciones AKAL, S.A. Madrid, España. ISBN: 84-7600-981-X. 84-460-0996-X.
- Fernández Castro, M<sup>a</sup>. Cruz. (1989). *La edad de los Metales*. Historia 16, Madrid. Español. OCLC Number: 310465308.
- Fernández Vega, A. y Hernández Grande, A. (2015). "Génesis y desarrollo de las sociedades complejas: El Calcolítico. El Calcolítico en el próximo oriente". En Fernández Vega, A. (coord.). *Prehistoria II, Las sociedades metalúrgicas*. Editorial Universitaria, Ramón Areces, S.A. Madrid, España. Págs. 147-168. ISBN- 13: 978-84-9961-198-3.
- García Iglesias, L. (1997). *Los Orígenes del Mundo Griego*. Editorial Síntesis, Madrid, España. ISBN 10: 8477385203, 13: 9788477385202.
- Grinberg, Dora M.K. (2004). ¿Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte I. Sección de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, UNAM. Ingenierías, Enero-Marzo 2004, Vol. VII, No. 22. Págs.. 64-70.
- Groover, M., P. (1997). *Fundamentos de Manufacturas Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas*. (Carlos M. de la Peña Gómez, M. Angel Martínez). Editorial Prentice- Hall Hispanoamericana, S.A. Mexico. ISBN: 968-880-846-6.
- Helena R. Olmo. (2016). Ötzi, el Hombre de Hielo cumple "25 años" y reescribe la Edad del Cobre. *Clio: Revista de historia*, N<sup>o</sup>. 172, 2016. págs. 6-9. ISSN 1579-3532.

- Johnson, P., De Lozoya, T. (2015): *El Renacimiento*. Penguin Random House Grupo Editorial México. Barcelona, España. ISBN: 9786073129619.
- Juan Eiroa, J. (2010). *Prehistoria del Mundo*. Edición: Barcelona Sello Editorial. Barcelona, España. ISBN: 9788493738150, 8493738158.
- Juan Eiroa, J. (1996). *La Prehistoria I. La Edad de los Metales, Historia de la ciencia y del Técnica*. Ediciones Akal, S.A. Madrid, España. ISBN: 84-7600- 981-X (obra completa). 84-460-0386-4 (Tomo IV).
- kalpakjian, S., Schmid, S.R. (2002). *Manufactura Ingeniería y Tecnología*. traducción Gabriel Sanchez Garcia, revision tecnica Ulises Figueroa Lopez, Francisco Javier Sandoval Palafox. Editorial Pearson Educacion. México. ISBN: 9702601371.
- Klima, J. (2007). *Sociedad y Cultura en la antigua Mesopotamia*. Ediciones AKAL. S.A. Madrid, España. ISBN: 978-84-7339-5.
- Kreysa, A. M. G. (2004). *Historia General Del Arte*. Tomo i. Editorial EUNED. Costa Rica, America Central. ISBN: 9789968313131.
- Le Normand-Romain, A. (1986): The adventure of modern sculpture in the nineteenth and twentieth centuries. En Barral I Altet, X., Bresc Bautier, G., et, al., *Sculpture from the renaissance to the present day*. Edición: D'Arte Albert Skira S.A., Editorial Taschen. Colonia, Alemania. ISBN: 3-8228-5080-2.
- Lehrent, R. (1979). *La construcción de herramientas*. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España. ISBN: 84-291-6067-1.
- Leick, G. (2001). *Mesopotamia la innovación de la ciudad*. Editorial Paidós. Barcelona, España. ISBN. 84-493-1272-2. España.
- Lozano, I.M. (2011). *Nuevos modelos gasificables aplicados a la técnica de la cascarilla cerámica: Uso de pinturas refractarias*. Universidad de Granada, Departamento de Escultura. Granada, España. ISBN: 9788490280430.

Madrid-Malo, N. (1985). Origen y evolución de la estatuaria ecuestre. *Revista de la Universidad Nacional (1944-1992)*. Vol. 1. Nº:4-5. Págs. 46-55.

Marchant, J. (2006). In search of lost time. *Nature*, 444(7119), 534–538. <https://doi.org/10.1038/444534a>.

Marías, F. (2005): “El Renacimiento en Italia, El quattrocento”. En Ramirez, J.A (coord.). *Historia del Arte, La Edad Moderna*. Editorial Alianza. S.A., Madrid, España. Págs. 57-105. ISBN: 84-206-9480-0 (O.C.), 84-206-9480-5 (Tomo III).

Martín Sánchez, O. (1992). “*Prologo*” en Bellido Jiménez, M<sup>a</sup> José. 1992. *Fundición a la arena*. Ediciones: Gallardo y Bellido. Córdoba, España. ISBN: 84-604-3211-4.

Martínez García, Ó. (2015). Héroes que miran a los ojos de los dioses. *La historia de Grecia desde la Edad del Bronce hasta la Época Clásica*. Editorial: EDAF, S.L.U. Madrid, España. ISBN: 978-84-414-3522-3.

Martínez Torán, M. (2016). *Microfusión*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.youtube.com/watch?v=ITlrqi6uqJ0>

Matilla, J. M. (1997). *El caballo de bronce: la estatua ecuestre de Felipe IV: arte y técnica al servicio de la monarquía*. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Madrid, España. ISBN: 978847181481.

Midgley, B. et, al. (1982). *Guía completa de escultura moderna y cerámica: técnicas y materiales*. Editorial Tursen Hermann Blume, Madrid, España. ISBN: 84-87756-29-8.

Midgley, B. et,al. (1993). *Guía completo de escultura, modelado y cerámica: técnicas y materiales*. Edición Tursen Hermann Blume. ISBN: 84-87756-29-8.

Mohen, J.P (1992). *Metalurgia Prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*. Editorial Elsevier Masson,S.A. Madrid, España. ISBN 10: 8431106050 ISBN 13: 9788431106058

- Montero, I. (2014). *Los Metales en la Antigüedad*. Edición: CSIC. Madrid, España. ISBN: 978-84-00-09808-7. ISBN (CATALANA): 978-84-8319-912-5.
- Montoro Moreno, L. (2005). *Contribución al desarrollo y mejora de técnicas para la detección y análisis de partículas metálicas y contaminantes en aceites lubricantes usados* (Tesis Doctoral dirigida por Tormos Martínez, B.). Universitat Politècnica de València
- Morral, F.R., Jimeno, E. y Molera, P. (1985). *Metalurgia General, tomo II*. Editorial Reverté, S.A., Barcelona, España. ISBN: 84-291-6073-6.
- Néret, G. (2002): *Rodin Esculturas y Dibujos*. Editorial Taschen. Colonia, Alemania. ISBN: 3-8228-8030-2.
- Olmos, R. (2005). *El mundo antiguo. Historia del Arte dirigida por Juan Antonio Ramírez*. Editorial Alianza, S. A. Madrid, España. ISBN: 84-206-9481-9.
- Otero, A. S., y De Grossi, M. M. (1998). *La llamada Revolución Industrial*. Universidad Católica Andres. Universidad Católica Andres. ISBN: 9789802441723.
- Paoletti, John. T., Radke, Gary, M. (2002). *El arte en la Italia del renacimiento*. Ediciones AKAL, S. A. Madrid, España. ISBN: 9788446011491.
- Péronnet, M.; Molinier, A.; y Marie Bercé, Y. (1991). *El siglo XVII: de la Contrarreforma a las Luces: historia moderna II*. Ediciones AKAL. Madrid. España. ISBN: 8476005733 9788476005736.
- Petrillo, L. (2012). *La cascarilla cerámica como material escultórico*. ( Tesis Doctoral dirigida por Miquel Àngel Planas Rosselló y Joan Antoni Valle Martí). Facultad de Bellas Artes, Universidad de Barcelona. España.
- Pijoan. J. (2004). *Historia general del arte, Antología, la época del Renacimiento en Europa*. Edición Espasa Calpe, S.A. Madrid, España. ISBN: 8467013516, 9788467013511.

- Plinio Segundo, C. (1987). *Textos de historia del Arte. Series: Balsa de la medusa*, 13. Edición de Torrego. M. E. Madrid, España. ISBN: 8477740070 – 9788477740070. Numero OCLC: 52492388.
- Ramallo, G. (2005). “Barroco y Rococó: Escultura y Artes Menores”. En Bérchez, J., Bozal, V., Bustamante, A., et,al. *Historia del arte. La Edad Moderna*. Editorial Alianza S.A., Madrid, España. Págs. 270-323. ISBN: 84-206-9480-0 (O.C.). 84-206-9483-5 (Tomo III) Rústica.
- Ramírez Johngaviláñez, R., Herrera, F., Guerrero, B., Quenatoa, V. (2016). Arenas de moldeo. Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Energía y Mecánica. Ingeniería Mecatrónica, Ciencia de los Materiales, Latacunga, Ecuador.
- Redondo Gutiérrez, D. (2012). *Estudio y análisis de parámetros de control de arenade una fundición de acero moldeado* (trabajo de fi de grado). Escuela técnica Superior De Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Universidad de Salamanca.
- Reyero, C. (2006). “La escultura del siglo XIX” en Brihuega, J., Hernando Carrasco, J., Ramírez, J.A., et,al. *Historia del Arte: El mundo contemporáneo*. Alianza Editorial. Madrid, España. Págs. 111-155. ISBN: 84-206-9480-0 (O.C.), 84-206-9484-3 (Tomo IV).
- Rioja, L. (2014). *La Moneda y Su Historia*. Editorial DUNKEN. Ayacucho 357, Buenos Aires. ISBN: 978-987-02-7101-7.
- Rodríguez Montes, J., Castro Martínez, L., Del Real Romero, J.C. (2006). *Procesos industriales para materiales metálicos*. Editorial Vision Net, 2ª Edición. Madrid, España. ISBN: 84-934329-5-4, 84-9821-318-5.
- Rojas, A. (2004). Tres relojes y su historia. *Boletín del Archivo Arquidiocesano de Mérida* Archivo Arquidiocesano de Mérida. año/vol IX, N° 24. Págs. 161-170. ISSN: 1316-9173.
- Rosenblum, R. Y Janson, H.W. (1984): *El arte del siglo XIX*. Ediciones AKAL, S.A., Madrid, España. Traducción: Dorao Martínez- Romillo, B. y López Barja de Quiroga, P. ISBN: 84460-0035-0.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento Acústico y térmico en la construcción*. Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona. ISBN: 84-7146-097-1.

- Rudel, J., (1986). *Técnicas de escultura*. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. ISBN: 9681622006, 9789681622008.
- San Juan, C. (1993). *Historia de la ciencia y la técnica*. Ediciones AKAL, S.A. Madrid, España. ISBN: 84-7600-981-X. (obra completa), 84-460-0208-6 (Tomo L).
- Sánchez Beltrán, M<sup>a</sup>. J. (2000). “Técnicas artísticas metalúrgicas” en Almargo Gorbea, M. Álvarez Martín, J. M<sup>a</sup>., et, al. *El disco de Teodosio*. Real Academia de la Historia. Madrid, España. Págs. 111-137. ISBN: 84-89512-60-4.
- Sánchez Gómez, Julio (1997). *Historia de la ciencia y de la técnica: Minería y metalurgia en la Edad Moderna*. Ediciones AKAL. Madrid, España. ISBN: 84-460-0601-4.
- Sanz Labajos, P. (2010). *Manual de fundición a la cera perdida. Artes aplicadas de la escultura*. Editorial La Hoja del Monte SL. Madrid, España. ISBN: 978-84-614-3484-0.
- Schneckenburger, M. (2005). “Escultura. Los nuevos materiales: hierro y acero”. En Runhrburg, K. Walther, I. F. *Arte del siglo XX (vol.II)*. Editorial Taschen. Colonia, Alemania. ISBN: 978-3-8228-4087-0.
- Solari Truffy, Macarena, (2012). Anejos de Estudios Clásicos, Medievales y Renacentistas. *Revista Historias del Orbis Terrarum Vol. 3, Santiago*. Págs.1-10. ISSN 0718-7246.
- Sorroche Cruz, A. (1998). *Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica actual. El uso del poliestireno expandido*. Departamento de Escultura, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Granada. ISBN: 84-605-8187-X.
- Sorroche Cruz, A., Lozano Rodríguez, I., Duran Suárez, J., Peralbo Cano, R. (2009). Nuevos materiales y técnicas de fundición, la fundición artística contemporánea. *Revista FUNDI press de fundición*. N<sup>o</sup> 13. Págs. 30-37.
- Tartera, J. (1992). Criterios de selección de una instalación de moldeo. *Revista fundidores*. N<sup>o</sup>8. Págs. 50.

Tostado, F. J. (2013). Las torturas durante la Edad Media (II). Franciscojaviertostado.com. Tomado de: <https://franciscojaviertostado.com/2013/11/11/las-torturas-durante-la-edad-media-ii/>

Treadgold, Warren, (2001). *Breve historia de Bizancio*. Editorial Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España. Traducción de Magdalena Palmer. ISBN: 84-493-1110-1.

Trevor I Williams, Derry, T.K. (1995). *Historia de la tecnología. Vol. 1, Desde la antigüedad hasta 1750*. Madrid, España. ISBN: 8432302821 9788432302824.

Uriel, P. (2014). *Historia Universal II, El mundo griego*. Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. ISBN: 978-84-362-6837-9.

Vázquez, M. Lugo, C. y Gómez, C. (2002). *Historia Universal1/ Universal History1. De la antigüedad al renacimiento*. Editorial Limusa, S.A. México. ISBN: 968-18-6144-2.

Woermann. K. (1959). *Historia del arte en todos los tiempos pueblo*. Editorial Montaner y Simón. Barcelona, España. OCLC Number: 55121146.

Wolley, Sir L. (1977). "Los comienzos de la Civilización". En patrocinio de la UNESCO. *Historia de la Humanidad* (vol I). Editorial Plantea. Barcelona. España. Págs. 292-350.

Woods, K., Cunningham, C. (1999). "Benvenuto Celiini and the salt-cellar". En Barker, E., Woods, K., Webb, N. (editors). *The Changing Status of The Artist. Italy*. Págs. 88-101. ISBN: 0-300-07740-8 (h/p), 0-300-07742-4 (p/b).

Zaki, M. (2008). *The Legacy of Tutankhamun Art and History*. Publicacion by Abydos . First edition. ISBN: 977-17-4930-7.





