

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO DE FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON RECURSOS LIMITADOS. UNA PROPUESTA EXPERIMENTAL DESDE EL ARTE Y LA SOSTENIBILIDAD

THE DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATIONAL
MANAGEMENT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
FOR EFFICIENT SCHOOL ADMINISTRATION

Carlos Emilio Pozo Ruiz
Facultad de Artes, Universidad Central del Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19466

Construcción de un Horno de Fundición Artística con Recursos Limitados. Una Propuesta Experimental desde el Arte y la Sostenibilidad

Carlos Emilio Pozo Ruiz¹carlospzrz@gmail.com<https://orcid.org/0009-0005-5052-1001>

Facultad de Artes, Universidad Central del Ecuador

Ecuador

Facultad de Bellas Artes, Universidad Politécnica de Valencia

España

RESUMEN

La práctica de la fundición artística ha sido históricamente vinculada a procesos técnicos complejos y equipamientos especializados, generalmente inaccesibles en contextos con restricciones presupuestarias o logísticas. Este artículo presenta una propuesta metodológica para la construcción de un horno de fundición artística de bajo costo, utilizando materiales reciclados y tecnologías apropiadas. Desde una perspectiva experimental, pedagógica y sostenible, se exploran alternativas técnicas viables que permiten fundir metales no ferrosos (como aluminio y bronce) en entornos educativos o comunitarios. El estudio busca contribuir al desarrollo de capacidades técnicas en el campo de la escultura, promoviendo la autonomía en la producción en el ámbito académico como en el campo profesional de artistas y escultores, fomentando un enfoque creativo y alternativo frente a la dependencia tecnológica industrial.

Palabras clave: fundición, horno, metales, reciclaje, bajo costo

¹ Autor principal

Correspondencia: carlospzrz@gmail.com

Construction of an Artistic Foundry Furnace with Limited Resources: An Experimental Proposal from Art and Sustainability

ABSTRACT

The practice of artistic casting has historically been linked to complex technical processes and specialized equipment, which are often inaccessible in contexts with budgetary or logistical constraints. This article presents a methodological proposal for the construction of a low-cost artistic casting furnace using recycled materials and appropriate technologies. From an experimental, pedagogical, and sustainable perspective, viable technical alternatives are explored that allow the casting of non-ferrous metals (such as aluminum and bronze) in educational or community settings. The study aims to contribute to the development of technical skills in the field of sculpture, promoting autonomy in production within both academic environments and the professional practice of artists and sculptors, fostering a creative and alternative approach to industrial technological dependence.

Keywords: casting, furnace, metals, recycling, low-cost

Artículo recibido 24 julio 2025

Aceptado para publicación: 27 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

La fundición de metales constituye una de las prácticas escultóricas más antiguas de la humanidad, con registros que se remontan a la Edad del Bronce, cuando los primeros objetos metálicos fueron elaborados mediante procesos de fundición (Tylecote, 1992; Ottaway & Roberts, 2008). Esta técnica, basada en la transformación del metal mediante calor extremo, ha sido utilizada históricamente tanto con fines utilitarios como simbólicos (Chirikure, 2015).

En la actualidad, continúa vigente en contextos industriales y, especialmente, en espacios de creación artística, donde adquiere nuevas dimensiones expresivas y conceptuales (Campbell, 2011; Untracht, 1982). No obstante, la infraestructura necesaria para llevar a cabo estos procesos —particularmente los hornos de fundición— representa un desafío técnico y económico para instituciones educativas y colectivos artísticos (Adamson, 2013; Dormer, 1997).

En respuesta a esta problemática, el presente artículo propone el diseño y la construcción de un horno experimental de fundición utilizando materiales reciclados y de fácil acceso. Esta propuesta se orienta al fortalecimiento de la formación académica en arte, fomentando al mismo tiempo la autonomía en la producción artística y la capacidad de generar soluciones técnicas adaptadas a contextos de recursos limitados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se inscribe en un enfoque cualitativo, con una perspectiva aplicada y experimental. La investigación se orienta a resolver una necesidad concreta dentro del contexto académico de la fundición artística de bajo volumen con metales no ferrosos: la implementación de un horno funcional para prácticas de fundición artística, desarrollado con criterios de bajo costo y sostenibilidad. El proceso se fundamenta en la construcción de conocimiento desde la práctica, combinando observación, sistematización de experiencias y revisión bibliográfica.

Diseño metodológico

La metodología utilizada puede caracterizarse como investigación basada en la práctica artística (*practice-based research*), en la cual el proceso de creación y construcción del horno constituye en sí mismo un acto investigativo. Este tipo de investigación permite generar saberes situados y transferibles a contextos similares, integrando conocimientos técnicos, materiales, pedagógicos y simbólicos.



El diseño y materialización se estructura en las siguientes fases:

- Recolección de referentes técnicos: visitas a universidades, industrias de fundición y talleres independientes con experiencia en construcción de hornos artesanales, recopilando información sobre materiales, diseños y funcionamiento.
- Diseño del prototipo: elaboración de planos esquemáticos del horno, considerando variables como la temperatura requerida, materiales disponibles, tamaño, combustión, aislamiento térmico y seguridad.
- Construcción del horno: proceso de construcción de horno de fusión experimental con elementos de reciclaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fundición artística: tradición técnica y vigencia contemporánea

La fundición de metales, particularmente en el contexto artístico, ha sido una técnica central en el desarrollo de las culturas materiales desde la antigüedad. Civilizaciones como la mesopotámica, la egipcia y la grecorromana emplearon complejos sistemas de colado para elaborar esculturas, objetos rituales y utilitarios. Según Reed-Hill (2009), la fundición en molde perdido y en moldes permanentes ha evolucionado desde procedimientos empíricos hasta procesos de alta ingeniería. No obstante, su dimensión simbólica, estética y creativa sigue siendo relevante en la escultura contemporánea.

En el ámbito artístico actual, la fundición no solo se considera un proceso técnico, sino también una herramienta expresiva que permite explorar conceptos como transformación, permanencia, memoria material y alquimia. Esta técnica ha sido incorporada en programas de formación en bellas artes, aunque con frecuencia se ve limitada por los altos costos de equipamiento y las condiciones especializadas que requiere su implementación.

Sostenibilidad, tecnologías apropiadas y low-tech art

El concepto de sostenibilidad en el arte ha ganado relevancia en las últimas décadas, como respuesta crítica frente a la producción masiva, la obsolescencia tecnológica y la dependencia de infraestructuras industriales. Gutiérrez Ajamil y Gómez Miranda (2024) señalan que, desde una perspectiva educativa, el arte contemporáneo promueve la sostenibilidad mediante prácticas reflexivas que integran valores ecológicos y artísticos. En este contexto, el arte de baja tecnología (low tech art) ha emergido como una

corriente que valora la precariedad como punto de partida para la innovación, proponiendo procesos creativos con medios simples, reutilizados o autoconstruidos. Martínez (2009) vincula este enfoque con las "tecnologías apropiadas", entendidas como aquellas adaptadas a las condiciones materiales, culturales y ambientales de un contexto determinado. En educación artística, estas tecnologías permiten desarrollar proyectos significativos sin depender de recursos industriales, promoviendo la autonomía y la autoformación técnica de estudiantes y docentes.

La fundición en la educación artística y proyectos experimentales

La implementación de talleres de fundición en espacios académicos ofrece múltiples beneficios pedagógicos: desde el desarrollo de habilidades técnicas específicas hasta la comprensión de procesos materiales complejos, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica sobre el hacer artístico. Sin embargo, en muchos programas de formación, especialmente en Latinoamérica, los procesos de fundición suelen estar ausentes o restringidos por falta de equipamiento especializado.

Frente a esta realidad, algunos proyectos han optado por el diseño de hornos experimentales, utilizando materiales accesibles y principios básicos de ingeniería térmica. Estas iniciativas, documentadas en publicaciones y foros de escultura experimental (Chastain, 2004), demuestran que es posible construir equipos funcionales para la fundición artística, fomentando así una cultura del hazlo tú mismo (DIY) dentro del ámbito educativo y creativo.

La propuesta de construir un horno de fusión experimental para el laboratorio a partir del reciclaje de equipos tecnológicos obsoletos se inserta en una visión alternativa, aplicada desde la perspectiva de la investigación artística. Aunque el equipamiento industrial certificado es el estándar ideal en un entorno académico, diseñar y fabricar equipamiento personalizado se presenta como una opción viable. Este enfoque no solo impulsa el desarrollo del laboratorio de fundición, sino que también constituye la puesta en marcha de un proyecto constructivo significativo. La experiencia adquirida después de una estancia de investigación desarrollada en el laboratorio de fundición de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, España, en 2023, es la base del proyecto, permitiendo aplicar los conocimientos en el diseño y construcción del horno de fundición para la Facultad de Artes de la Universidad Central del Ecuador.



El proyecto resulta viable mediante la aplicación de los conocimientos y habilidades necesarios para el diseño y construcción de un horno de fusión, considerando la experiencia previa en el manejo de diversos materiales y técnicas propias del oficio escultórico en diversos metales. En este contexto, la propuesta de una construcción alternativa se plantea como un desafío creativo posible.

Durante la estancia mencionada, tuve la oportunidad de participar en una jornada de fundición en bronce en el taller del escultor Toni Tomás, en Valencia. España, donde se elaboraron piezas mediante la técnica de la cáscara cerámica. (T. Tomás, comunicación personal, 2023). Esta experiencia resultó fundamental, pues inspiró la fabricación del horno a partir de los conocimientos adquiridos, permitiéndome además observar de primera mano cómo el mencionado escultor implementó, de manera artesanal y con recursos limitados, el equipamiento necesario para su taller de fundición. Dicho trabajo se apoyaba en los principios y saberes difundidos por Mr. David Reid y Albaladejo González, quienes promovieron, a través de cursos y talleres en universidades españolas, la técnica de la cáscara cerámica. Así como el diseño alternativo de equipos para la fundición (Vidal et al., 2007).

La técnica de la cáscara cerámica, ampliamente descrita en la tesis doctoral de Marcos Martínez (2000), consiste en la elaboración de moldes desechables mediante la aplicación sucesiva de capas de barbotina cerámica sobre un modelo de cera. Este procedimiento permite obtener moldes de alta precisión y resistencia, ideales para la fundición de metales. Con el objetivo de optimizar esta metodología en su taller, el escultor Tomás cuenta con el equipamiento necesario, entre ellos una campana de descerado elaborada con malla metálica y manta refractaria en su interior, así como una estructura metálica rectangular conocida como lecho de colada, recubierta internamente con manta refractaria, indispensable para el precalentamiento de los moldes previa la fundición.

El horno de fusión que fue el centro de mi interés en el taller de Tomás, fue construido sobre un tanque metálico circular, obtenido de reciclaje, recubierto en su interior con manta cerámica de alta temperatura, que resulta ser un sistema eficiente, ligero y funcional. Este económico y sencillo horno se alimenta a través de un soplete de gas, diseñado y construido de modo artesanal con un tubo galvanizado de dos pulgadas y alimentado por dos bombonas de gas, capaz de generar la energía suficiente para fundir bronce en un crisol con capacidad de entre 30 y 40 kg. optimizando el proceso de fundición sin comprometer la calidad del mismo.



Esta implementación de taller de fundición evidencia, además, la aplicación práctica de los principios detallados por Marcos Martínez (2001), destacando la importancia de adaptar y construir herramientas especializadas para la fundición artística.

Simultáneamente, mi estancia me llevó a reflexionar sobre los materiales y equipos obsoletos existentes en los talleres de escultura de la Facultad de Artes de la Universidad Central del Ecuador. Este análisis impulsó un diálogo con los técnicos de laboratorio de la Universidad Politécnica de València y con la maestra Dra. Carmen Marcos, a cargo del taller, evaluando la viabilidad de reciclar parte del equipamiento fuera de servicio. Como resultado, se estructuró un plan alternativo para la construcción de un horno utilizando materiales reciclados, alineado con estrategias de sostenibilidad y optimización de recursos.

Al regresar a Ecuador, una de las primeras tareas fue realizar un inventario visual de los hornos de cerámica que estaban abandonados y que podrían ser reciclados. También se exploró el material refractario disponible que podría ser reutilizado para el interior del horno de combustión.

Para la fundición artística, el horno de fusión es uno de los equipos fundamentales del laboratorio. Por ello, no había razón para esperar más: era el momento de poner en marcha un proyecto que pondría a prueba los conocimientos y experiencias adquiridos en España. Durante el proceso de selección de materiales, se logró encontrar un equipo que, por sus características y tamaño, era ideal para transformar un viejo horno cerámico de sistema eléctrico, en nuestro nuevo horno para fusión de metales.

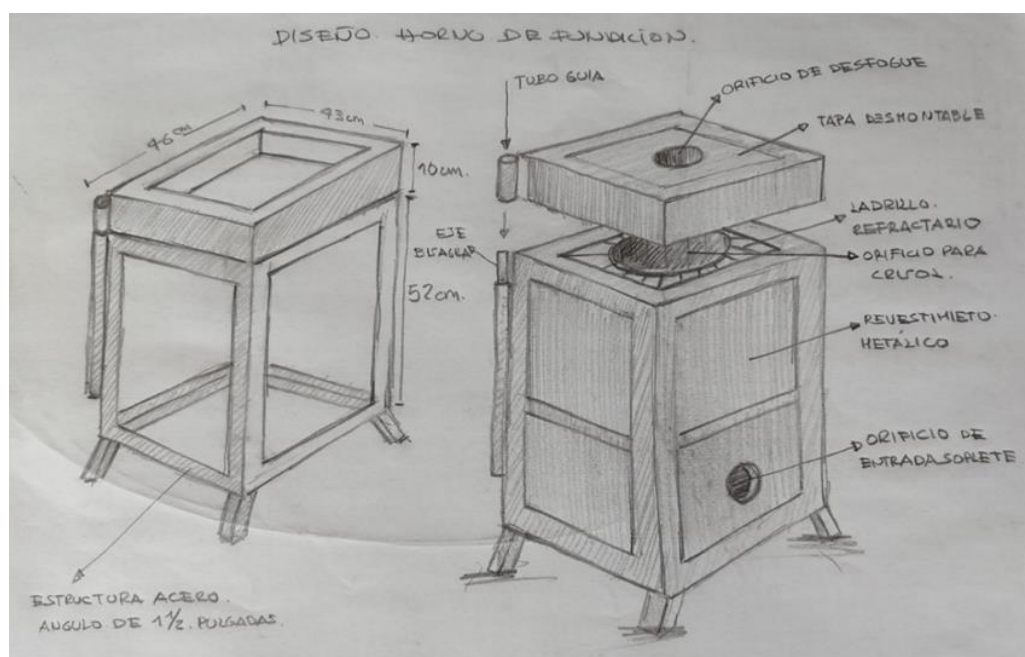
Al examinar detenidamente la vieja estructura, se observó que, a pesar de su forma cuadrada o cúbica, contaba con dimensiones suficientes para albergar en su interior una nueva cámara circular construida de ladrillo refractario. Esta adaptación permitiría, a su vez, acomodar un crisol con una capacidad de 20 kg.

El proyecto de construcción de un horno de fusión requiere, además, el apoyo de experiencias y conocimientos previos, como los aportados por Andrés Trujillo en su tesis de ingeniería mecánica titulada “Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición utilizando gas natural”. En su trabajo, Trujillo aborda el proyecto desde su especialización en el área de la ingeniería, explicando el principio de funcionamiento de un horno de combustión y analizando los elementos clave para su diseño; en este explica que:

(...) un horno debe poseer un recipiente rectangular o cilíndrico construido de piezas refractarias unidas con piezas de acero estructural. Por otro lado, el aire de combustión y combustible debe penetrar a través de aberturas de la pared mediante aspiración ejercida en el horno. El calor de los productos de combustión es transmitido al material calentado con el que están en contacto directo por convección y radiación directa desde los gases calientes y por reflexión desde las paredes calientes del horno. Los gases de escape se liberan mediante una chimenea adyacente (Trujillo Roldán, 2005).

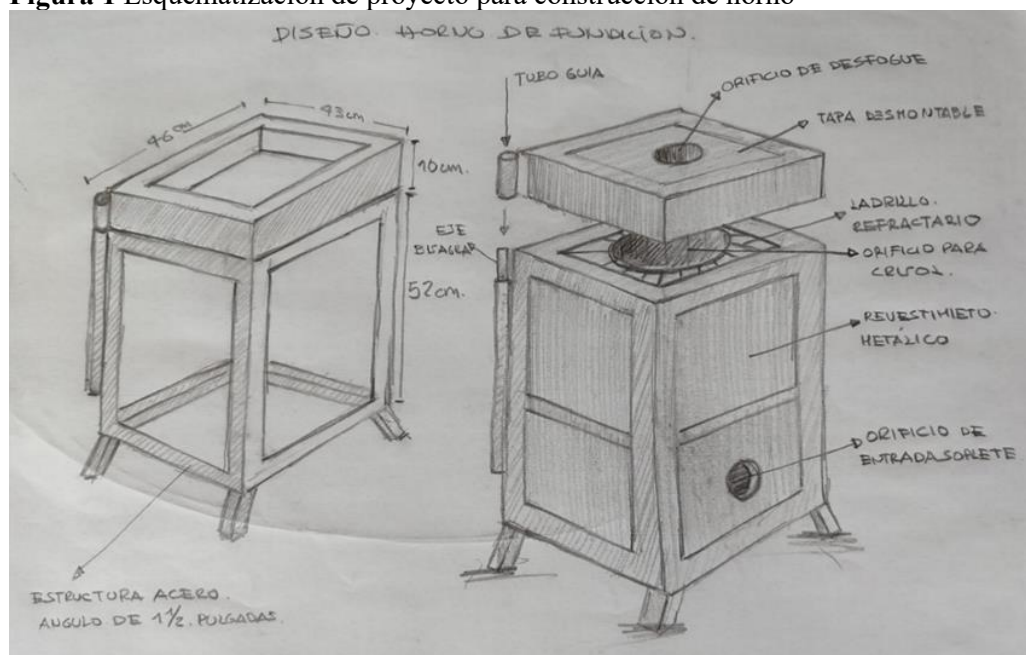
Trujillo, en su investigación, diseña su prototipo fundamentado en la experiencia de la industria y los conocimientos de ingeniería, con los cuales consigue con éxito construir y poner en funcionamiento un horno de fusión de similares características a nuestra propuesta, con lo cual ha sido también una fuente importante de consulta.

En la Figura 1 Esquematación de proyecto para construcción de horno



, se muestra un esquema a mano alzada de la propuesta original para reutilizar el horno obsoleto que estaba destinado a darse de baja en la Facultad de Artes. Este equipo tendrá una segunda oportunidad al ser reciclado y adaptado para cumplir una nueva función.

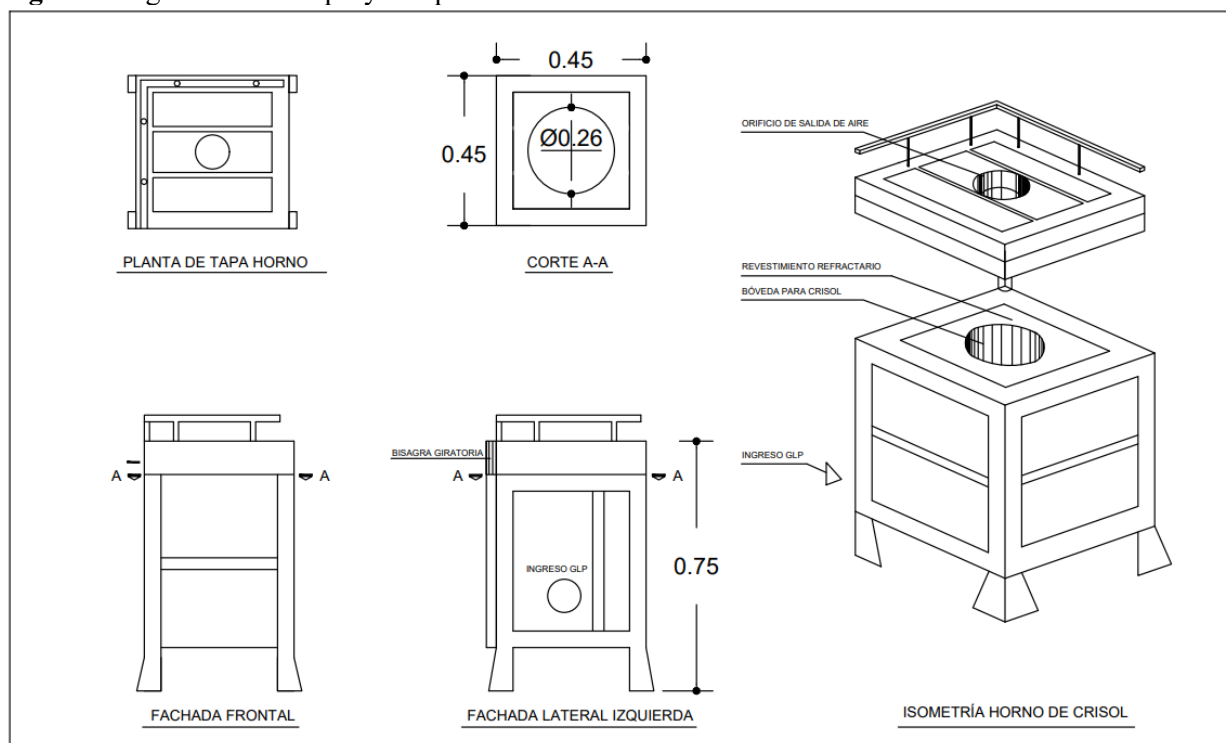
Figura 1 Esquematización de proyecto para construcción de horno



Nota. Propuesta gráfica para el rediseño de un horno obsoleto y fuera de uso. A partir de algunos apuntes y mediciones preliminares, se elabora este gráfico que incluye vistas de la estructura de acero, así como del revestimiento, las partes y las dimensiones necesarias para la adaptación y construcción del nuevo horno de fusión de metales.

Una vez esbozada la idea a mano alzada, se procedió a su digitalización para facilitar la ejecución del proyecto, como se muestra en la Figura 2. Este proceso de digitalización permitió obtener un diseño preciso, que sirvió como base para la construcción, corte y adaptación de las distintas partes y piezas necesarias. Con ello se generó la planificación del trabajo a realizar para optimizar el uso de los recursos disponibles, favoreciendo la reutilización y el reciclaje del equipo existente. De este modo, se logró no solo minimizar los costos y el desperdicio de materiales, sino también fomentar prácticas más sostenibles en el desarrollo del proyecto.

Figura 2 Digitalización de proyecto para construcción de horno de fusión de metales no ferrosos



Nota. Digitalización del rediseño de horno obsoleto y fuera de uso para construcción del nuevo horno de fusión de metales no ferrosos.

El inicio del trabajo se centró en el desmontaje de la estructura metálica y del revestimiento de ladrillo refractario, que estaba en mal estado. Esta tarea resultó relativamente sencilla, ya que la mayoría de los ladrillos estaban sueltos y se desprendieron fácilmente. Durante este proceso se verificó que el ladrillo refractario tenía un peso reducido, lo cual nos hace prever que los ladrillos tenían un buen contenido de alúmina, característica esencial para garantizar un adecuado desempeño térmico y una mayor resistencia a las altas temperaturas en un horno de fusión (Schemin Perú, 2023).

En la Figura 3 se evidencian las condiciones del horno y sus materiales.

Figura 3 Imagen de horno eléctrico obsoleto destinado a reutilización para construcción de nuevo horno de fusión



Rediseño estructural del horno: cambio de orientación y apertura superior

Una vez retirado todo el material refractario deteriorado, se constató que las láminas metálicas que recubrían el horno presentaban un avanzado grado de oxidación, lo cual imposibilitó su reutilización. Sin embargo, se conservó la estructura principal de acero, la cual ofrecía la solidez suficiente para ser reutilizada como base del nuevo diseño, aportando rigidez y estabilidad al conjunto.

Dado que el horno original era de carga frontal, se propuso una modificación sustancial en su configuración. La estructura fue girada para que la tapa funcionara en la parte superior, siguiendo el modelo del horno de fusión empleado en el laboratorio de la Universidad Politécnica de València. Esta reconfiguración respondió a la necesidad de facilitar el acceso al crisol y garantizar un cierre hermético y eficiente, especialmente durante la operación de carga y vertido del metal fundido, como se visualiza en la figura 4.

Para implementar la nueva funcionalidad, se diseñó un sistema de apertura mediante un eje lateral que desplaza la tapa hacia un costado, lo que favorece un manejo flexible y un control más preciso del proceso de fundición. Adaptaciones de este tipo son frecuentes en equipamientos de fundición que priorizan la autoconstrucción y el diseño modular ajustado a recursos limitados, tal como lo describen Patiño Méndez y Salas (2014) en su estudio sobre la construcción de hornos de crisol.

Figura 4 Montaje lateral de eje de acero para adecuación de tapa giratoria.



Nota. Las imágenes muestran el proceso de trabajo en la reconstrucción de la estructura metálica para el nuevo horno de fundición.

Para la adaptación de la bisagra giratoria se empleó tubo cuadrado de una pulgada de espesor y un eje de acero que se acopla a la estructura de ángulo macizo, elementos que proporcionan una base estructural sólida y confiable para el sistema de apertura. Esta incorporación no solo asegura la estabilidad de la bisagra, sino que también contribuye al refuerzo general de la estructura del horno, garantizando que pueda soportar adecuadamente las tensiones mecánicas y la temperatura de funcionamiento.

Un aspecto importante a considerar son los cordones de soldadura, ya que de la robustez y continuidad de las uniones depende en gran medida la integridad estructural del conjunto. Una soldadura deficiente podría generar fallos, comprometiendo la seguridad y eficiencia del horno. En la Figura 5 se aprecia el proceso de reconstrucción y adecuación de la estructura original, donde se integran la nueva configuración de la tapa superior junto con la bisagra giratoria de pivote. Además, se observa la perforación lateral realizada para el ingreso del soplete, elemento indispensable para el encendido y control de la llama en las etapas iniciales de operación del horno.

Figura 5 Proceso de reconstrucción de estructura obsoleta para la construcción del nuevo horno de fusión



Nota. En la imagen de la izquierda se aprecia la readecuación de la estructura del horno y a la derecha, se aprecia el montaje del nuevo revestimiento metálico diseñado para contener el material refractario. Además, se ha realizado la perforación para la instalación del soplete de gas.

Después de soldar todas las partes y asegurar la bisagra, se practican pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la nueva tapa. Estas pruebas son importantes para garantizar que la misma se abra y cierre suavemente, cumpliendo con los parámetros planificados en el rediseño. Al ajustar estos detalles, no solo aseguré que la tapa se desplace hacia el exterior sin inconvenientes, sino que también verifiqué que la estructura del horno se mantuviera estable durante estas operaciones.

La capacidad de desmontar la tapa del horno es además un aspecto importante que optimiza significativamente el proceso de trabajo en el laboratorio. Al permitir que la tapa sea desmontable, facilitamos tareas futuras como la instalación del ladrillo refractario, el transporte del horno y el mantenimiento preventivo. Todo esto contribuye a un uso eficiente del equipo y permite mantenerlo en óptimas condiciones a lo largo del tiempo.

Con la estructura de acero reconstruida y revestida, ahora nos enfocamos en la fase de aislamiento térmico con material refractario, reciclando viejos ladrillos que, por su alto contenido de alúmina, los convierten en una opción viable, accesible y fundamental para el rendimiento del horno de fusión, como se muestra en la Figura 6.

Los materiales refractarios en la industria en general se diseñaron para soportar altas temperaturas y minimizar la pérdida de calor. Entre estos, los ladrillos de arcilla refractaria son componentes esenciales

de los hornos, ya que aseguran un óptimo rendimiento térmico. Existen distintos tipos de ladrillos refractarios, cada uno con ventajas y limitaciones según su composición y aplicación. Estos ladrillos, elaborados a partir de diferentes arcillas y materiales, son ampliamente utilizados en la construcción de hornos debido a su bajo costo relativo, buena resistencia al choque térmico y capacidad de soportar temperaturas de hasta 1800 °C, lo que los hace adecuados para zonas con cambios rápidos de temperatura (Holcim, s.f.).

Los ladrillos refractarios tienen buenas propiedades aislantes y pueden usarse en áreas donde la eficiencia energética es importante. Son resistentes a la corrosión química y soportan ambientes ácidos y básicos, pero los ladrillos refractarios tienen una resistencia mecánica baja y no son adecuados para las áreas del horno sujetas a estrés mecánico (Holcim, s.f.).

Existen diferentes tipos de materiales refractarios que se pueden utilizar en la construcción de hornos, y cada uno tiene características específicas que pueden ser más o menos adecuadas según las necesidades particulares del horno y el tipo de metal que se va a fundir. A continuación, detallo algunos de los más comunes utilizados para proyectos de hornos:

- Ladrillos refractarios.
- Mortero refractario.
- Aislamiento refractario.
- Paneles refractarios.

Es importante seleccionar el tipo adecuado de material refractario en función del propósito del horno, el tipo de fundición y las temperaturas esperadas. Para nuestro proyecto aprovechamos los ladrillos usados, pero de buena calidad por el alto porcentaje de alúmina que contienen. Tras seleccionarlos, el trabajo se concentró en colocarlos en forma circular, lo que supuso realizar cortes en cada ladrillo tipo cuña para conseguir la forma circular del interior del horno.

Otro aspecto crítico en la construcción del horno fue la selección del mortero refractario adecuado para la unión de ladrillos, capaz de soportar temperaturas mínimas de 1000 °C. Este material está compuesto por cemento refractario, agregados refractarios y aditivos especiales, lo que le confiere propiedades

esenciales para su desempeño en altas temperaturas (Holcim, s.f.). Entre sus características principales se destacan:

- Resistencia al calor: Puede soportar temperaturas entre 1000 °C y 1600 °C sin perder sus propiedades estructurales.
- Baja conductividad térmica: Minimiza la transferencia de calor, contribuyendo a mantener la temperatura estable en el interior del horno.
- Estabilidad térmica: Resistente a cambios bruscos de temperatura, evitando grietas o deterioro debido a la expansión y contracción del material.
- Resistencia química: Toleran la mayoría de ácidos y bases, lo que lo hace adecuado para entornos químicos agresivos.

Estas propiedades hacen del mortero refractario un material esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de hornos industriales y experimentales (Holcim, s.f.).

Figura 6 Estructura con adaptación de orificio lateral para soplete y disposición del material refractario



Nota. En la imagen se evidencia el exterior del horno y en la siguiente se observa el montaje en forma circular del ladrillo refractario junto a la manta cerámica, lo que asegura un buen aislamiento para el mismo.

Prueba técnica y evaluación: encendido del horno, pruebas de temperatura, comportamiento de los materiales y primeros ensayos de fundición con aluminio reciclado.

Una vez completada la instalación del aislamiento térmico y con el horno prácticamente terminado, en cuanto a la estructura y revestimiento refractario, es fundamental realizar una verificación exhaustiva del cierre de la tapa. Un sellado adecuado asegura la eficiencia térmica del horno, ya que un buen cierre conserva el calor dentro del horno, optimiza su funcionamiento, reduce el consumo de energía y mejora la seguridad general del sistema.

La expectativa ahora se centra en la prueba de funcionamiento, es decir, encender el horno. Para lo cual necesitamos resolver la cuestión del soplete o antorcha de gas, que debía tener la capacidad suficiente para calentar el horno a la temperatura de fusión del bronce, que se encuentra entre 900 y 1,100 grados Celsius. Para esta etapa se consiguió un antiguo soplete industrial fuera de uso, que había sido utilizado en la técnica cerámica del rakú. Inmediatamente lo llevé al taller y, tras quitarle la capa de polvo que sugería que había permanecido muchos años en desuso, parecía estar en buen estado, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7 Adaptación de soplete industrial



Nota. Puesta en marcha de soplete alimentado por gas natural, para validar su funcionamiento.

Durante la primera prueba del soplete, surgió preocupación, ya que, al encenderlo, el fuego salía también por los acoples y por la junta de la válvula de control. Después de varios intentos y ajustes, el problema persistía, por lo que decidí llevar el soplete a una tienda especializada en partes de equipos industriales de gas. Allí lo revisaron y me informaron que las válvulas estaban desgastadas, por lo que sugirieron

reemplazarlas con otras de diseño diferente, pero que cumplieran la misma función de apertura y regulación del paso de gas. Luego de reemplazar las partes, con el soplete reparado, procedí a probarlo de nuevo conectándolo a una bombona de gas, esta vez con excelentes resultados: una buena llama y potencia evidenciada en la figura 7.

Una vez superada la prueba de calentamiento del horno, se revisó su interior, para verificar el estado del ladrillo refractario evidenciando que las juntas de mortero estaban en perfecto estado, con esto pasamos a mejorar la estética del equipo con la aplicación de limpieza mecánica y rectificado con el uso de disco abrasivo y amoladora para luego aplicar una capa de pintura industrial resistente a la temperatura en color gris, también se trabajó en el diseño y construcción de un trípode metálico para sujetar el soplete de forma segura, esta estructura es móvil lo que permite flexibilidad con la separación del orificio del horno lo que permite ajustar la entrada de oxígeno y buscar una buena combustión como se evidencia en la Figura 8.

Figura 8 Soplete ubicado en posición y encendido para alimentación del horno de fusión.



Nota. La imagen a la izquierda muestra el horno terminado y el soplete alineado previo a la prueba de funcionamiento y a la derecha se observa una vista superior del horno y las pinzas elaboradas para la extracción del crisol.

En la segunda prueba, se llevó a cabo la evaluación de la capacidad operativa y desempeño térmico del horno de fusión. Con este propósito, se diseñó un ensayo experimental que consistió en registrar el tiempo de combustión del equipo, con el objetivo de registrar el incremento progresivo de la temperatura en función del tiempo de operación.

La medición de temperaturas se realizó mediante un termómetro digital para altas temperaturas, tanto en el interior como en el exterior del horno de fusión. Los registros de temperatura interior se tomaron

directamente en la zona de combustión, mientras que los registros exteriores se realizaron en las paredes del horno.

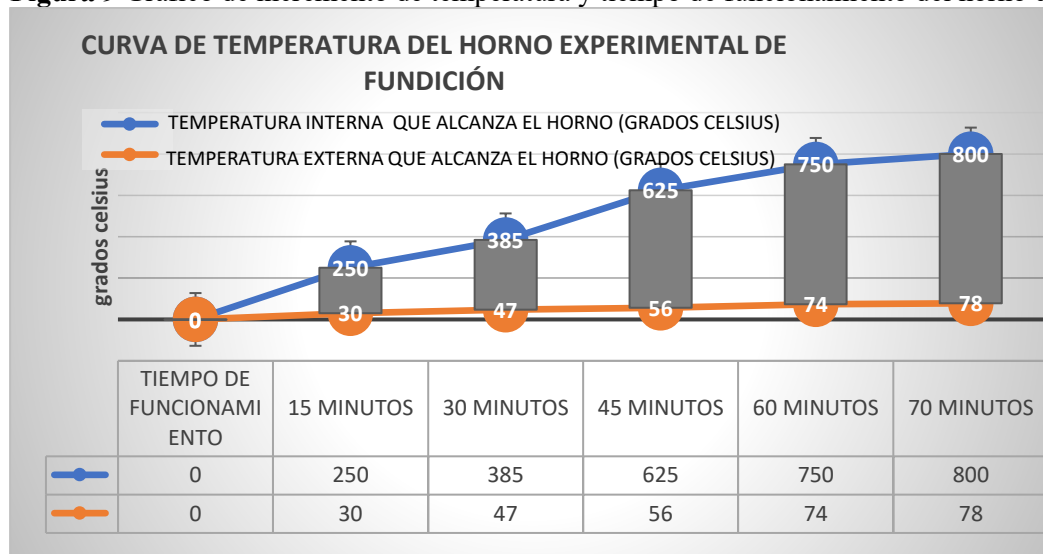
Los resultados obtenidos se sistematizaron y se presentan en la Tabla 1, la cual detalla la variación de temperatura en función del tiempo de combustión. Posteriormente, estos datos fueron representados gráficamente en la Figura 9, donde se puede observar la curva del comportamiento térmico del horno a lo largo del ensayo experimental, concluyendo que el horno alcanzó de manera progresiva y sostenida las temperaturas requeridas para el proceso de fundición, demostrando un desempeño térmico eficiente y adecuadas estabilidades estructurales que aseguran la efectividad del diseño y selección de materiales reciclados empleados en la construcción.

Tabla 1

Desempeño prueba piloto de horno de fusión.

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (minutos)	TEMPERATURA INTERNA DEL HORNO (Grados Celsius)	TEMPERATURA EXTERNA DEL HORNO (Grados Celsius)
15	250	30
30	385	47
45	625	56
60	750	74
70	800	78

Figura 9 Gráfico de incremento de temperatura y tiempo de funcionamiento del horno de fusión



Nota. La gráfica ilustra el desempeño del horno en las pruebas de funcionamiento, registrando la temperatura alcanzada y el tiempo de funcionamiento en intervalos de 15 minutos [Gráfico]. Archivo personal.

Limitaciones

Este proyecto se desarrolla en una etapa inicial de la implementación de un laboratorio de fundición de metales no ferrosos y con medios limitados. La propuesta no busca reemplazar un horno industrial, sino ofrecer una alternativa funcional para procesos formativos y experimentales, que pueda ser replicada y mejorada en otros contextos académicos.

Resultados

El proceso de construcción del horno experimental de fundición se llevó a cabo en un período de cuatro semanas, utilizando exclusivamente materiales reciclados y herramientas de bajo costo. Se empleó como estructura un viejo horno cerámico, recubierto internamente con ladrillo refractario de reciclaje. El aislamiento adicional se logró con el uso de manta refractaria, lo que permitió conservar el calor de manera eficiente.

El quemador se modificó reutilizando un viejo soplete industrial de gas, una válvula de gas propano y una boquilla adaptada. Durante las pruebas iniciales, el horno alcanzó temperaturas superiores a 750 °C en menos de 20 minutos, con un consumo moderado de gas. En ensayos posteriores, se logró fundir aluminio reciclado en crisoles de acero, completando el ciclo de fusión en aproximadamente 40 minutos, sin comprometer la integridad del horno.

Los registros en bitácora indican que el horno presentó una buena estabilidad estructural, sin fisuras visibles en su revestimiento luego de varias sesiones de uso. Se documentaron todos los pasos mediante registros fotográficos y audiovisuales, lo que permitió analizar y mejorar aspectos del diseño original. Entre los ajustes realizados se incluyó el redimensionamiento de la entrada de aire para optimizar la combustión y el refuerzo de la tapa con doble capa de material refractario.

Desde el punto de vista pedagógico, el proyecto tuvo un notable impacto en la comunidad universitaria, involucrando tanto a estudiantes como a docentes, convirtiéndose en un espacio de diálogo, gestión colaborativa de recursos y exploración creativa desde la precariedad. Se realizaron demostraciones abiertas del funcionamiento del horno y se iniciaron ensayos experimentales con moldes de arena y yeso, lo que favoreció la apertura de nuevas líneas de investigación técnica y artística en el ámbito académico.

En este sentido, el horno no solo constituye un prototipo funcional de bajo costo, sino también una herramienta de aprendizaje colectivo para la enseñanza de la fundición artística. En la figura 10 se presentan algunos de los momentos más relevantes de las experiencias realizadas en el taller de fundición.

Figura 10 Experiencia de taller de fundición



Los resultados obtenidos permiten afirmar que es técnicamente viable construir un horno para fundición de metales a partir de materiales reciclados, cumpliendo con los requerimientos básicos para el trabajo artístico en metal. La experiencia confirma lo planteado por Chastain (2004) y Gómez (2012), quienes

proponen enfoques accesibles para la fundición a pequeña escala, pero adaptándolos aquí a un contexto educativo específico y desde una perspectiva crítica.

La integración del enfoque *low tech* en el diseño del horno no solo permitió reducir costos, sino que favoreció una reflexión más amplia sobre las condiciones de producción artística en el sur global. En este sentido, la reutilización de hornos cerámicos desechados y otros materiales obsoletos fue una decisión estratégica que visibiliza las posibilidades contenidas en el desecho y la obsolescencia tecnológica (Martínez, 2021).

Desde el punto de vista pedagógico, el proyecto funcionó como una herramienta de activación de saberes técnicos, potenciando el aprendizaje práctico y colaborativo. La participación de estudiantes en el diseño y pruebas del horno generó un vínculo directo con el proceso material de creación, alineándose con metodologías de enseñanza basadas en la experiencia (*learning by doing*).

Asimismo, el horno experimental plantea una alternativa replicable para otras instituciones que enfrentan limitaciones similares, promoviendo una red de prácticas abiertas y adaptables a distintos entornos. El diseño modular y su bajo costo (estimado en aproximadamente \$300 USD, presupuesto que puede variar según el material que se pueda reciclar) lo convierten en una solución accesible para talleres de fundición básica, procesos escultóricos experimentales y formación técnica en arte.

CONCLUSIONES

La construcción de un horno de fundición artística con recursos limitados es una iniciativa viable, pertinente y significativa dentro del ámbito académico de las artes visuales. El proyecto desarrollado demuestra que es posible activar procesos de producción técnica complejos mediante el uso de materiales reciclados, tecnologías apropiadas y enfoques pedagógicos innovadores.

El modelo de horno propuesto no pretende competir con sistemas industriales, sino ofrecer una alternativa funcional para la formación y experimentación artística, basada en principios de sostenibilidad, autonomía técnica y pertinencia contextual. Su implementación en la Facultad de Artes de la Universidad Central del Ecuador abre nuevas posibilidades para la inclusión de procesos de fundición en la malla curricular, ampliando el repertorio técnico y conceptual de los estudiantes.

El enfoque *low tech*, adoptado, no solo facilitó la materialización del proyecto, sino que promovió una postura crítica frente a las condiciones de producción en el arte contemporáneo, revalorizando el hacer manual, la reutilización y la creatividad desde la escasez.

Como proyección futura, se propone continuar con la sistematización de esta experiencia, desarrollar manuales de construcción, realizar talleres formativos y explorar variaciones del horno que permitan trabajar con otros metales como el bronce. El fortalecimiento de una cultura de creación técnica dentro del campo artístico contribuirá a la construcción de una educación más integral, comprometida con su contexto y orientada hacia la innovación desde lo posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamson, G. (2013). *The craft reader*. Oxford: Berg Publishers.

Campbell, G. (2011). *Metalworking in contemporary sculpture*. New York, NY: Routledge.

Chastain, K. (2004). DIY foundry techniques for educational purposes. *Sculpture Journal*, 23(3), 15–22. <https://doi.org/xxxx>

Chirikure, S. (2015). Metal casting and ritual practices in African archaeology. *African Archaeological Review*, 32(2), 123–140. <https://doi.org/xxxx>

Gutiérrez Ajamil, E., & Gómez Miranda, A. (2024). *La ecología en el arte contemporáneo: Hacia una educación artística para el desarrollo sostenible*. AusArt, 12(2).
<https://doi.org/10.1387/ausart.26208>

Holcim. (s.f.). *Morteros y ladrillos refractarios*. Recuperado de <https://www.holcim.com/refractarios>

Martínez, A. (2009). *La Educación en América Latina: Un horizonte complejo*. Revista Iberoamericana de Educación, (49), 163–179. <https://doi.org/10.35362/rie490678>

Marcos Martínez, C. (2000). *Fundición a la cera perdida: técnica de la cascarilla cerámica* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de València, España

Ottaway, B., & Roberts, B. (2008). *Casting in antiquity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Patiño Méndez, P. J., & Salas, R. (2014). *Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición de aluminio con una capacidad de 15 kg/h a una temperatura de 800 °C utilizando GLP*.

[Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. DSpace UPS.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7226>



- Reed-Hill, R. (2009). *Physical metallurgy principles* (3rd ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Schemin Perú. (2023, 21 de diciembre). *¿Qué caracteriza a un ladrillo de alta alúmina?* Recuperado el 28 de agosto de 2025, de <https://scheminperu.com/que-caracteriza-a-un-ladrillo-de-alta-alumina/>
- T. Tomás. (2023). Comunicación personal. Taller de escultura, Valencia, España.
- Trujillo Roldán, A. (2005). *Diseño y construcción de un horno de crisol para fundición utilizando gas natural* (Tesis de Ingeniería Mecánica). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Tylecote, R. (1992). *The prehistory of metallurgy in the British Isles*. London: Institute of Archaeology.
- Untracht, O. (1982). *Metal techniques for artists*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Vidal, P., Albaladejo, M., & Reid, D. (2007). *Experimental sculpture casting techniques*. Valencia: UPV Publications.

