

ORFEBRERÍA EN LA CULTURA MUISCA  
Análisis y Descripción de la cadena operatoria con matriz lítica.

ELABORADO POR:

CARLOS ALBERTO ÁVILA PÉREZ  
2010101005  
DIANA MARCELA SÁNCHEZ YAÑEZ  
2010101067  
YURI GABRIELA VARÓN LOZANO  
2009201064



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
LIC. EN DISEÑO TECNOLÓGICO  
BOGOTÁ D.C  
2017

ORFEBRERÍA EN LA CULTURA MUISCA  
Análisis y Descripción de la cadena operatoria con matriz lítica.

ELABORADO POR:


CARLOS ALBERTO ÁVILA PÉREZ  
2010101005  
DIANA MARCELA SÁNCHEZ YAÑEZ  
2010101067  
YURI GABRIELA VARÓN LOZANO  
2009201064

Trabajo de Pre grado para obtener título en:  
Lic. En Diseño Tecnológico

Asesor:

Carlos Augusto Rodríguez Martínez

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
LIC. EN DISEÑO TECNOLÓGICO  
BOGOTÁ D.C  
2017

 <b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</b> <small>Formación por competencias</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 5	

1. Información General	
Tipo de documento	<b>Trabajo de grado</b>
Acceso al documento	<b>Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central</b>
Titulo del documento	<b>ORFEBRERIA EN LA CULTURA MUISCA</b> <b>Análisis y descripción de la cadena operatoria con matriz lítica.</b>
Autor(es)	<b>Ávila Pérez, Carlos Alberto; Sánchez Yañez, Diana Marcela; Varón Lozano, Yuri Gabriela</b>
Director	<b>Rodríguez Martínez, Carlos Augusto</b>
Publicación	<b>Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 140 pág.</b>
Unidad Patrocinante	<b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.</b>
Palabras Claves	<b>RECONSTRUCCIÓN, TÉCNICA, TECNOLOGÍA, MUISCAS, CADENA OPERATORIA, METALURGÍA, FUNDICIÓN, CERA PERDIDA, LÍTICA, CERA ABEJA ANGELITA, CARBÓN VEGETAL, ARCILLA, CERÁMICA, TUMBAGA.</b>

2. Descripción
<p><b>La presente monografía es un trabajo de reconstrucción de técnicas y tecnologías, en específico la técnica de fundición por Cera perdida con matriz líticas, usada por los Muiscas.</b></p> <p><b>Se realizó una documentación previa de la técnica usando autores como Stanley Long y Pérez de Barradas. La cadena operatoria consiste en el desarrollo de una figura Metalurgia mediante el uso de una roca tallada, que luego es impresa en una lámina de cera de abeja angelita. Este lamina es recubierta por pasta cerámica hasta formar un molde, este molde posteriormente es horneado. Una vez la pasta cerámica se convierte en cerámica se realiza la fundición del metal. La pieza se obtiene reventando la cerámica.</b></p> <p><b>Teniendo en claro la cadena operatoria de la técnica a reconstruir, se comienza la etapa de experimentación. La experimentación permite pensar que este proceso es de altísimo nivel técnico, con una constante reflexión de los saberes y con un evidente desarrollo tecnológico.</b></p>

### 3. Fuentes

Las fuentes usadas en este trabajo son de dos tipos:

#### Fuentes secundarias

- Frasero, C. (2010). Estudio arqueometalúrgico de un taller de transformación de cobre y de aleaciones tumbaga en el sitio de huacas de Moche. *Bulletin de l'Institut francais d'études andines*, 38.
- González, L. R. (2007). Recuerdos de Bronce. La metalurgia prehispánica tardía en el noroeste argentino. En R. L. Pérez, *Metalurgia en la América Antigua* (pág. 599). Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Hocquenghem, A. M. (2004). Una edad de Bronce en los Andes Centrales. *Contribución a la elaboración de una historia ambiental. Bulletin de l'Institut francais d'études andines*, 60.
- Hosler, D. (1985). Organización cultural de la Tecnología: Aleaciones de Cobre en México Occidental Precolombino. En U. d. Andes, *Metalurgia de América Precolombina* (págs. 6787). Bogotá: Banco de la república.
- Hourmousiadis, G. (2007). El hombre con el metal no hizo solamente herramientas, hizo historia. En R. L. P, *Metalurgia en La América Antigua. Teoría, arqueología, simbología y tecnología de los metales prehispánicos*. (págs. 17- 21). Bogotá: Fundación de investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Quiroga, M. (2008). Las Unidades Sociopolíticas Muisca en el siglo XVI. En J. Gamboa, *Los Muisca en los Siglos XVI y XVII: Miradas desde la arqueología, la antropología y la historia* (pág. 20). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Rodríguez, C. (2010). *MATRICES DE ORFEBRERIA MUISCA. Anotaciones en torno al arte y la técnica*. Portugal

#### Fuentes Primarias

- Barriga Villalba, A. (1961). *Orfebrería chibcha y su definición científica*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias.
- Caicedo, P. (enero-diciembre de 1998). Instrumentos líticos y de metal utilizados en la manufactura de piezas metálicas conservadas en los museos. *Boletín Museo del Oro*, No 44-45.
- Cooke, R. G. (1985). El motivo del "Ave de las alas desplegadas " en la orfebrería de Panamá y Costa Rica. En U. d. Andes, *Metalurgia de América Precolombina* (págs. 137-168). Bogotá: Banco de la Republica.
- Falchetti, A. M. (15 de abril de 2016). El poder simbólico de los metales: La Tumbaga y las transformaciones metalúrgicas. Obtenido de <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/fian/article/view/5512/5769>
- Falchetti, A. M. (19 de 08 de 2016). La tierra del oro y el cobre: parentesco e intercambio entre comunidades orfebres del norte de Colombia y áreas relacionadas. Obtenido de *Boletín del Museo del Oro*: <http://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/6998/7244>
- INTEGRA LIMIT UNCERTAINTY. (11 de enero de 2017). Ceras dentales hojas de datos de seguridad. Bogotá, Cundinamarca, Bogotá.
- Langeabaek, C. (2008). Dos Teorías sobre el poder político entre los muisca. Un debate a favor del dialogo. En J. Gamboa, *Los Muisca en los Siglos XVI y XVII: Miradas desde la Arqueología, la antropología y la Historia* (pág. 30). Bogotá: Universidad de los Andes.

- Langebaek, C. H. (N.E de 1973). Mercados, Poblamientos e Integración étnica entre Los Muiscas. En F. y. Plazas, Localización del Territorio Muisca (pág. 168). Bogotá: Banco de la Republica.
- Langebaek, C. (1987). Persistencia de prácticas de orfebrería muisca en el siglo XV: en el caso de lenguazaque. Bogotá.
- Langebaek, C. H. (1995). Arqueología Regional en el territorio Muisca. Estudio de los valles de Fúquene y Susa. Bogotá: Universidad de los Andes Departamento de Antropología.
- Lecthman, H. (1996). El bronce y el horizonte medio. Museo del Oro, 24.
- Llanos, J. M. (2015). Primer Taller Metalúrgico Prehispánico excavado en Colombia siglos IX-XVI d.C. Revista Colombiana de antropología, 293-315.
- Lleras Pérez, R. (2007). La metalurgia prehispánica en el norte de Suramérica: una visión de conjunto. En R. Lleras Pérez, Metalurgia en la América Antigua (pág. 32). Bogotá: Banco de la Republica.
- Long, S. (24 de 07 de 2016). Boletín del Museo del Oro. Obtenido de <http://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7093/7339>
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). Orientaciones Generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología ¡una necesidad para el desarrollo! Bogotá: Espantapájaros.
- Museo del Oro. (28 de 08 de 2016). Banco de la Republica; Museo del oro. Obtenido de <http://www.banrepcultural.org/museo-del-oro/salas-del-museo-en-bogota/las-tecnicasde-la-orfebreria>
- Pérez de Barradas, J. (1958). Orfebrería Prehispánica de Colombia. Madrid: Talleres Gráficos.
- Plazas, C., & Falchetti, A. (03 de 04 de 2016). La orfebrería prehispánica de Colombia. Obtenido de Boletín Museo del Oro: <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7354/7623>
- Plazas, C., & Falchetti, A. M. (1985). Patrones Culturales en la Orfebrería Prehispánica de Colombia. En U. d. Andes, Metalurgia en América Precolombina (págs. 200-246). Bogotá: Banco de la Republica.
- Propulsora. (18 de marzo de 2017). Aleaciones de Zinc Zamak. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Rojas, L. (1977). Muisca: Alfarería y Decoración. Bogotá: Ediciones Zazacaubi.
- Rozo Gauta, J. (1977). La cultura material de los Muiscas. Bogotá: Ediciones Ideas.
- Scott, D. A. (1985). Dorado por fusión y dorado de lámina en Colombia y Ecuador Prehispánicos. En U. d. Andes, Metalurgia de América Precolombina (págs. 281-327). Bogotá: Banco de la Republica.
- Snarskis, M. J. (1985). La Iconografía comparativa de metales y otros medios en Costa Rica Precolombina. En U. d. Andes, Metalurgia en América Precolombina (págs. 87- 136). Bogotá: Banco de la Republica.
- Tecnoinsumos. (15 de enero de 2017). Ficha técnica 3NL para oro. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

#### 4. Contenidos

La monografía está dividida en 4 capítulos entorno a la reconstrucción de la cadena operatoria por cera perdida con matriz lítica, usada por los Muisca.

Se contextualiza el desarrollo de la metalurgia a lo largo de la historia, hasta llegar a la zona de asentamiento de los Muisca, allí se describe el territorio geográfico y la dinámica poblacional. También, se desarrolla el concepto de la técnica a reconstruir y sus componentes.

Los protocolos evidencian la experimentación de la reconstrucción de la cadena operatoria, en estos se plantean los aportes y reflexiones generados por el grupo de investigación en torno al tema. Este capítulo, permite aportar información sobre la investigación de esta técnica.

La necesidad de reconocer esta tecnología en las aulas se evidencia al realizar la confrontación con los parámetros planteado por la GUIA 30 del Ministerio de Educación. Siendo pensados y orientados por las reflexiones arrojadas en la investigación.

Las conclusiones reconocen los aportes de la investigación a la técnica y al entendimiento del pensamiento tecnológico de este grupo humano.

#### 5. Metodología

Se desarrolló una investigación de tipo arqueología experimental, dividido en:

Documentación, recolección de materias primas, transformación de materias primas, análisis de datos y análisis de resultados. Todos los procesos, pasos y etapas de la investigación y de la experimentación fueron registradas gráfica, fotográficas, video y en diarios de campo.

#### 6. Conclusiones

Lo que se ha dicho teóricamente (bibliográficamente) no corresponde a lo que prácticamente se puede hacer por trabajo de experimentación. La reconstrucción de la cadena operatoria evidencia que existen vacíos en las teorías, y que hay complejidades mayores a las que inicialmente se había propuesto por este grupo de investigación. Al analizar los recursos (herramientas) usados en la época de esta cultura, se encontraron situaciones que aún son motivo de reflexión, como el manejo de altas temperaturas con el uso de un horno y sin la ayuda de fuelles.

Es evidente un altísimo nivel técnico en la cultura Muisca, no solamente en la construcción de la matriz lítica sino en todo el proceso de la fundición de cera perdida por matriz lítica. Las dimensiones de cada una de sus piezas, dejan ver la exactitud en la construcción de las figuras, donde se resalta la simetría de las mismas. Sobresale de igual modo la dosificación de materias primas (roca, oro, cobre, cera, arcilla, carbón), en la construcción de las piezas metalúrgicas. Todos estos detalles dejan pensar que la evolución de la técnica pudo deberse a la trasmisión por décadas del conocimiento, permitiendo que fuera pensada desde varios puntos y con la tranquilidad necesaria.

Estos análisis técnicos son el resultado de un complejo nivel de pensamiento, y por lo tanto, de desarrollos técnicos elevados. En la elaboración de la matriz lítica, se hizo evidente un alto control de la materia prima y de los procesos técnicos para su producción. Es importante entender que el ovoide (ver protocolo de la cerámica) era calentado para poder generar el proceso técnico. En el desarrollo del proceso se comprobó que la cocción de la pasta cerámica es indispensable para la impresión de la figura en el molde y que el metal vertido tome la figura deseada.

Todo este trabajo técnico de los muisca es necesario incorporarlo en el saber técnico de la escuela. Reconociendo la tecnología como el discurso que acompaña la técnica, se ve necesario el reconocimiento de esta técnica dentro de las aulas de tecnología permitiendo reivindicar este tipo de tecnologías y fortalecer la identidad nacional.

Elaborado por:	<b>Carlos Alberto Ávila Pérez</b>
	<b>Diana Marcela Sánchez Yañez</b>
	<b>Yuri Gabriela Varón Lozano</b>
Revisado por:	<b>Carlos Augusto Rodríguez Martínez</b>

Fecha de elaboración del Resumen:	13	06	2017
-----------------------------------	----	----	------

## AGRADECIMIENTOS

En el camino recorrido hubo muchas personas de altísima importancia en la construcción de este proyecto, esas personas hicieron de nuestro ejercicio teórico un crecimiento conceptual y personal. Queremos agradecer a todas aquellas personas que nos dedicaron un poco de su tiempo y nos ofrecieron sus conocimientos para lograr un buen trabajo como lo son: Salomón Fique, Leonor Moncada, Rene Vidal, Álvaro Giraldo, Ana Arias, Isidro Vargas y a nuestro asesor Carlos Rodríguez que nos brindó paciencia, conocimiento y sabiduría para superar los obstáculos que se nos presentaron en el camino. Por último, es necesario recalcar el apoyo brindando desde nuestros núcleos familiares, por aguantar, preguntar, regañar y en especial por el tiempo que cedieron para que fuese posible la culminación de este camino.

Infinitas gracias a Doña Señora Nubia Lozano, porque su existencia es vital en mi vida. A Mi esposo y Mi hija por ser los causantes que mi corazón se hinche. A Carlos y Diana por hacer del camino una excelente experiencia.

GABRIELA VARÓN

Le agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional por brindarme los conocimientos en este tiempo el cual estuve cursando asignaturas, las cuales hicieron de mí una persona interesada en estar en continuo aprendizaje. A mi familia, que fueron un gran apoyo en todos los aspectos, pero en especial el sentimental, a ellos les debo en gran parte el formarme como un sujeto abierto al diálogo y la comprensión. A mis compañeras Gabriela Varón y Diana Sánchez por ser incondicionales en la Academia, pero en especial

por brindarme su amistad a toda costa, son personas con las que se aprende que es un trabajo en equipo, aprendí a escucharlas además de escucharme y con esto cumplir las metas que nos planteamos.

CARLOS ÁVILA.

Le agradezco en primer lugar a mi padre Leonardo Sánchez que al hacer el complicado pero tan estupendo papel de padre y madre me brindó su conocimiento, experiencias, apoyo incondicional y económico en todo momento además de enseñarme que esforzarse por lograr una meta da gratificantes resultados, a su esposa Yersbleidy Rubiano por toda su ayuda, acompañamiento y palabras de apoyo cuando los ánimos estaba decayendo, también a mi esposo por su comprensión, paciencia y ayuda en esos días largo estudio y a mi hija Shara Garzón Sánchez por ser la motivación diaria, llena de amor, paciencia, enseñándome cosas nuevas así logrando despertar en mí el deseo de querer ser mejor cada día. Por ultimo le agradezco a mis compañeros por que sin duda dejaron una importante huella con cada palabra, experiencia o conocimiento que hicieron de simples momentos una gran amistad.

DIANA SÁNCHEZ YAÑEZ.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	12
MUSICAS .....	18
TERRITORIO GEOGRÁFICO.....	20
DINAMICA POBACIONAL .....	23
INTERCAMBIO .....	23
TÉCNICAS DE METALURGÍA .....	24
PROCEDENCIA.....	24
CRISOL.....	24
METALES.....	24
ORO .....	25
COBRE .....	25
CERÁMICA .....	25
CERA .....	26
CARBÓN.....	27
MATRIZ LÍTICA.....	27
TÉCNICAS DE TRANSFORMACIÓN .....	29
REPUJADO.....	29
TEMPLADO .....	29
MARTILLADO .....	29
FUNDICIÓN .....	30
CERA PERDIDA .....	35
CERA PERDIDA CON MATRIZ LÍTICA .....	32
CAPITULO 2. PROTOCOLOS.....	35
INTRODUCCIÓN.....	36
PROTOCOLO CARBÓN .....	36
SECADO DE MADERA .....	36
QUEMADO DE MADERA.....	36
APORTES .....	39

<b>PROTOCOLO CERÁMICA .....</b>	<b>40</b>
<b>EXTRACCIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>REMOJO.....</b>	<b>42</b>
<b>FILTRADO .....</b>	<b>43</b>
<b>AMASADO.....</b>	<b>45</b>
<b>APORTES.....</b>	<b>49</b>
<b>PROTOCOLO MATRIZ LÍTICA .....</b>	<b>51</b>
<b>DESBASTE.....</b>	<b>51</b>
<b>TALLA.....</b>	<b>53</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>56</b>
<b>PROTOCOLO CERA.....</b>	<b>57</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>60</b>
<b>PROTOCOLO CERA DE ABEJA ANGELITA.....</b>	<b>61</b>
<b>OBTENCIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DE LÁMINAS .....</b>	<b>64</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>65</b>
<b>OVOIDES.....</b>	<b>66</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DE OVOIDES .....</b>	<b>66</b>
<b>APORTES.....</b>	<b>69</b>
<b>HORNEADO.....</b>	<b>70</b>
<b>PRIMERA QUEMA .....</b>	<b>70</b>
<b>SEGUNDA QUEMA .....</b>	<b>72</b>
<b>TERCERA QUEMA .....</b>	<b>74</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>78</b>
<b>FUNDICIÓN .....</b>	<b>80</b>
<b>PRIMER EXPERIMENTO.....</b>	<b>80</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>84</b>
<b>SEGUNDO EXPERIMENTO .....</b>	<b>85</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>88</b>
<b>TERCER EXPERIMENTO.....</b>	<b>89</b>

<b>APORTES .....</b>	<b>92</b>
<b>CUARTO EXPERIMNENTO.....</b>	<b>93</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>99</b>
<b>QUINTO EXPERIMENTO.....</b>	<b>100</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>102</b>
<b>SEXTO EXPERIMENTO.....</b>	<b>103</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>106</b>
<b>SEPTIMO EXPERIMENTO .....</b>	<b>107</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>111</b>
<b>OCTAVO EXPERIMENTO .....</b>	<b>112</b>
<b>APORTES .....</b>	<b>114</b>
<b>CAPITULO 3.</b>	
<b>LA METALURGÍA: PREHISPANICA PATRIMONIO DE TODOS .....</b>	<b>115</b>
<b>CAPITULO 4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>132</b>

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realiza un trabajo de experimentación para la reconstrucción de la cadena operatoria de la cera perdida con matriz lítica (proceso técnico), del grupo humano denominado Muisca que habitó en la zona del altiplano cundiboyacense. En esta serie de pasos se ve involucrada una gran habilidad y un conocimiento para cada uno de los procesos y herramientas que empleaban, teniendo en cuenta que la técnica es el saber-hacer que tiene una persona o un grupo humano en torno a una actividad determinada que por lo general se hace manualmente. (Ministerio de Educación Nacional., 2008)

Con el fin de evidenciar el arduo y complejo trabajo que empleaban los Muiscas, además de hacer un reconocimiento de las actividades que se efectuaron en épocas pasadas en el actual territorio de Colombia; se realiza esta investigación que pretende reconstruir la técnica lo más cercano posible a como se desarrollaba en la época. Para esto se emplean materias primas similares o con características equivalentes. En el caso de la aleación Tumbaga (Oro y Cobre) que era usada por los Muiscas, es reemplazada por Pandora y Zamak, dada la facilidad en el manejo de estos metales en la etapa de fundición.

Otro de los elementos que empleaba este grupo humano en esta técnica, era cera de abeja Angelita, por las características físicas de esta abeja y por encontrarse en vía de extinción; la producción de cera de este tipo de abeja es muy baja lo que dificulta su obtención. Sin embargo, el grupo de investigación obtuvo una pequeña cantidad con la que realiza pocos experimentos. La difícil obtención de cera de abeja Angelita provoca el empleo de cera de odontología (Utility), ésta es usada en la actualidad en procesos de fundición de cera perdida por los joyeros, con estos tipos de cera se realizan los trabajos experimentales, los cuales se exponen en el capítulo 2.

El presente trabajo tiene como objetivo reconstruir la cadena operatoria de la técnica de cera perdida con matriz lítica, usadas por los Muiscas. Reconociendo el pensamiento técnico de este grupo humano, en particular lo que tiene que ver con el trabajo de los metales. Reconociendo en ello un pensamiento reflexivo necesario de divulgación y enseñanza.

Respecto de los objetivos específicos, se plantea lo siguiente:

- Evidenciar el desarrollo de la cadena operatoria, basándose en la bibliografía existente.
- Analizar formas técnicas, intentando reconstruir los procesos originarios.

El trabajo de esta monografía es uno de los pocos en este tema y tal vez el único en experimentación, permite evidenciar vacíos teóricos y prácticos en la bibliografía existente. Con los experimentos realizados se ha podido discutir los procesos y se han logrado respuestas a los vacíos entre sub-etapas, estos momentos se desarrollan durante los diversos procesos de fabricación de una pieza orfebre. Cabe resaltar que los vacíos presentes en las investigaciones anteriores son causados por la falta del trabajo experimental, pues muchas de las afirmaciones elaboradas alrededor de este grupo humano; están supeditadas a subjetividades del investigador que realizó las actividades teóricas de los autores José Pérez de Barradas y Stanley Long. El presente trabajo permite suplir algunos de esos vacíos mediante la experimentación.

Para este trabajo de experimentación, se usa la metodología de investigación de tipo arqueología experimental, que está dividida en documentación: recolección de materias primas, transformación de materias primas, análisis de datos y análisis de resultados. Todos

los procesos y etapas de la experimentación e investigación son registradas gráfica, fotográficas, videos y en diarios de campo. Se evidencia con el propósito para el desarrollo de futuros trabajos.

Ésta monografía está dividida en 4 capítulos, que permiten un acercamiento del lector a la técnica de cera perdida con matriz lítica, ya sea por medio de material escrito o material fotográfico. Se evidencia que en los procesos de la cera perdida con matriz lítica que realizaban los Muisca basados en la investigación de algunos autores, teniendo eso en cuenta se desarrollaron los respectivos procesos, para hacer fácil la comprensión del lector en caso que no sea muy explícita en la teoría.

El primer capítulo es la Contextualización, se demuestra el trabajo metalúrgico en Latinoamérica, hasta llegar al manejo de metales por los Muisca. Detallando aspectos de los Muisca como: ubicación geográfica, componente social y órdenes culturales. Explicando por último las diferentes técnicas metalúrgicas usadas por este grupo, pero haciendo especial énfasis en la técnica de cera perdida con matriz lítica.

Un aspecto importante que abarca este capítulo es el “nacimiento” de la metalurgia en América prehispanica, en particular en el actual territorio de Perú. La metalurgia se expandió hacia el norte del continente llegando a lo que hoy se conoce como México. De este modo paso por varios de los grupos humanos que habitaban los diferentes territorios de la actual América, cada uno de ellos hicieron variaciones en los trabajos realizados con metales, pero de todos ellos los únicos que emplearon matriz lítica fue el grupo Muisca.

El segundo capítulo corresponde a los “Protocolos”. Reúne todos los trabajos experimentales que se realizaron para la presente investigación. Cada paso es documentado

bajo los protocolos de la investigación moderna, que contiene evidencia fotográfica y escrita que reúnen todos los aspectos. La estructura de los protocolos es: recolección de materias primas, transformación de materias y fundición. Este capítulo está apoyado por el registro de errores y aciertos encontrados en el proceso.

Cada uno de los protocolos elaborados tiene como función principal brindar al grupo investigativo un control sobre los ejercicios elaborados, teniendo en cuenta la teoría de los autores consultados y con esto hacer la comprobación o la refutación de la misma. En ellos se evidencia cada uno de los pasos que son necesarios para la realización de un producto mediante la cera perdida con matriz lítica, es en este punto donde se logra descubrir procesos faltantes, que mediante experimentación son comprendidos.

En el tercer capítulo “La metalurgia prehispánica: patrimonio de todos” hace referencia al factor educativo, en especial la reflexión que se puede emplear desde la presente monografía buscando otra manera de enseñanza de la tecnología prehispánica, desde la disciplina de diseño tecnológico, partiendo de la experimentación y reconstrucción de los procesos técnicos de la prehistoria en especial de la cultura Muisca.

Esto permite un acercamiento a reconocer la nación en la cual se habita, y emplear un conocimiento transversal entre las ciencias sociales, ciencias naturales y la tecnología. Buscando una manera nueva y didáctica para la enseñanza de la misma como lo orienta la guía 30. (Ministerio de Educación Nacional., 2008)

En el cuarto capítulo conclusiones da cuenta los resultados de esta investigación, lo que se encuentra allí son consecuencias de cada uno de los protocolos, en los que se tienen resultados técnicos y teóricos. El análisis más allá de la técnica que se realiza en esta

monografía deja en evidencia la complejidad del pensamiento de los trabajadores del metal en la cultura Muisca, en esta se involucra pensamientos y propuestas que quedan para futuras investigaciones y trabajos.

## **CAPITULO 1**

### **CONTEXTUALIZACIÓN**

La metalurgia precolombina es un aspecto importante que permite evidenciar el nivel económico, intelectual y técnico de grupos humanos habitantes del territorio

americano antes de la colonia; estos grupos se basaban en el intercambio de productos que provoco la especialización en un conjunto de actividades que varía según grupo humano con ello tenían dominio de saberes que generaban técnicas y acciones tecnológicas. Estas técnicas de producción estaban dadas por necesidades del grupo humano.

La metalurgia, para muchos grupos humanos antiguos fue la solución a la transformación de las formas de materiales, en específico metales, con diferentes intenciones que se abordarán más adelante. Los territorios americanos con mayor predominancia en la metalurgia son los actuales Perú, México, Costa Rica, Argentina, Panamá y Colombia. A Través de excavaciones arqueológicas realizadas en el continente americano y las evidencias conseguidas, se han aclarado distintos aspectos sociales de los grupos Aborígenes ancestrales, entre ellos, el desarrollo de objetos y su significado como: símbolo de jerarquía, defensa y creencia. Estas variables dependen de la necesidad y los recursos del hábitat. Variables y varían las representaciones formales en color, material, significado y la construcción de conocimiento frente a la técnica.

El material más usado en metalurgia precolombina fue el oro, pues en gran parte de América se encuentra en abundancia. Sin embargo, se resalta el uso de plata y cobre. Siendo el cobre el menos existente en la zona habitada por los Muisca, como lo afirma Hourmousiadis “su extracción equivaliera a una tonelada de mineral para la obtención de 44 libras de Cobre” (Hourmousiadis, 2007) Esto depende en su mayoría de la materia prima que se de en el medio de los grupos humanos y su fin de uso.

En Perú se hallan “Numerosos adornos de metal en cobre y aleaciones preciosas de calidades, estética y técnica muy notorias, entre 150 et 650 a.C” y más adelante, “la función de los adornos de metal no era solamente estética sino más bien un medio de expresión,

para esta sociedad sin escritura, para justificar, comunicar y vehicular los mitos y los símbolos de los diferentes poderes dominantes” (Frasero, 2010)

También, se registra la aparición de piezas fundidas en Bronce Arsenical en la cuenca de Titica y el valle del Cusco en el 600 d.C. Unos de los artefactos creados por este grupo humano fueron “Pinzas”, “Cinceles”, “Tumbes”, “Naipes (Moneda Primitiva)” y en general herramientas de agricultura. (Hocquenghem, 2004). Al igual que en Tiwanaku en el 600 d.C se encontraron artefactos como Naipes, tupus, anillos y herramientas de mano como hachas, cuchillos y clavos usando cuatro aleaciones diferentes de cobre: cobre impuro, cobre arsenical, bronce estañífero y una aleación de cobre, arsénico y níquel. Los naipes tenía mayor cantidad de arsénico pues era representantes de poder (Lecthman, 1996)

En el valle Batan grande al norte de Perú, se encontraron hornos ubicados hacia donde soplaban el viento, alcanzando temperaturas de 1000-1200° c, con ayuda de sopladores humanos. Se identifica la fundición para esta zona en dos etapas: la primera que consistía en cambiar el estado sólido del metal al estado líquido. La segunda que consistía en un sistema de gotas que ayudaba a crear laminas. (Hocquenghem, 2004). Como lo reconoce Frasero “se dividen en dos grandes familias, dependiendo de su función: horno de fusión y horno de recalentamiento.” además, “frecuentemente confundidos con fogones de combustión simples, son raras veces descubiertos o reconocidos in situ.” (Frasero, 2010)

En México occidental donde “se utilizaron aleaciones de Cobre-Arsénico y Cobre-Estaño. Las aleaciones eran utilizadas más frecuentemente en la fabricación de tres objetos: Anillos, Pinzas y Campanas” (Hosler, 1985). El motivo de la aleación se presume que aparte de ser la materia prima cercana, también se usa por el atributo de color, pues esta aleación en ciertos porcentajes da como resultado un color dorado en las piezas. Lo que

lleva a pensar en el “esfuerzo tecnológico” (Hosler, 1985) del grupo humano de esta zona se enfocó a este fin. Respecto de la técnica de transformación del material, según se evidencia en piezas recuperadas se observa desde la fundición (Anillos), el martillado (Pinzas) y cera perdida (Campanas).

En Costa Rica, que es reconocida en las Américas como el lugar con mayor abundancia de flora y fauna, al igual que una gran cantidad de oro y jade, siendo este último el material utilizado antes de la aparición de la metalurgia hacia el 400- 500 d.C por representar agua y fertilidad (Snarskis, 1985). El uso de esta materia se enfocó en la elaboración de herramientas usadas en rituales de agricultura. Símbolos como aves (predominan en esta cultura), figuras humanas en forma de aves, como también culebras, felinos y monos, en general animales venenosos o que representen peligro. La transición del uso del jade a metales se debe al “efecto de borde” (Snarskis, 1985) que se refiere al intercambio de saberes entre culturas. Respecto a la técnica de transformación de este grupo humano se enfatizó en el desarrollo de la fundición de cera perdida, al parecer por la permeabilización de los grupos humanos de la actual Colombia.

En territorio de lo que ahora es Panamá, sus grupos aborígenes usaron paralelamente la Orfebrería y la Cerámica pintada, destinando como símbolos en su mayoría “aves bicéfalas antropomorfas con la misma connotación de la cultura costarricense, pero con la diferencia que estas aves llevan sus alas desplegadas en representación de poder” (Cooke, 1985). Se categorizan en cuatro componentes:

1. *Alas desplegadas y largas*
2. *Una cola también desplegada*
3. *Un pico largo y curvado hacia abajo en alguna forma*
4. *Patatas colocadas en una posición mediana (a veces ausentes en las representaciones pintadas).* (Cooke, 1985).

En Ecuador poco se sabe sobre la cronología de la metalurgia, existiendo el registro del más antiguo trabajo en oro en el  $325 \pm 85$  a.C. Se han encontrado aleaciones entre platino, cobre y oro. (Scott, 1985)

En Argentina, el manejo de la “metalurgia con la fabricación de objetos en bronce arsenical y estannífero. En el 400-900 d. C, se manejó la aleación de cobre y estaño y el método de colada como la cera perdida” (González, 2007), usados en herramientas como cinceles y punzones. Otras formas de uso de metales fueron en la “elaboración de campanas con rostros antropomorfos y en menor frecuencia serpientes” (González, 2007). En esta cultura se evidencia el “alto uso de temperaturas que se lograba mediante ventilación forzada utilizando sopladores de boca. El método de colada con cera perdida fue usado para el desarrollo de piezas de complicadas formas. Tras la llegada de los conquistadores europeos se introduce la aleación de Cobre y Zinc” (González, 2007)

Colombia es una de las zonas con mayor trabajo en la orfebrería y en ella se encuentran algunos grupos humanos que desde el año 500 a. C, que trabajaron la metalurgia en específico en el altiplano central. (Plazas & Falchetti, 1985). Sin embargo, años antes del 1000 a.C, “una tradición cultural se extendió por el suroccidente colombiano, involucrando a las zonas arqueológicas conocidas como *Tumaco, Calima, San Agustín, Tierradentro, Nariño, Quimbaya y Tolima*” ... “resultado de la unión de largos desarrollos locales y diversas influencias externas. A él se asocia una tradición metalúrgica con características tecnológicas y formales comunes” (Plazas & Falchetti, 1985) Extendiéndose a otras zonas del territorio y a otros grupos humanos como Taironas y Muiscas (familia lingüística de chibcha) (Plazas & Falchetti, 1985)

La metalurgia prehispánica en Colombia a lo largo de los años ha causado interés en los arqueólogos con respecto a los saberes y funcionamientos de cada uno de los aspectos que los grupos aborígenes abarcaron, aunque, sin tener absoluta certeza de lo que ellos pretendían lograr. Sin embargo, según R. Lleras Pérez “la elaboración de interpretaciones globales sobre manifestaciones de la cultura material, tales como las industrias líticas, la alfarería o la metalurgia, ha sido una de las principales preocupaciones de los pioneros en los estudios antropológicos y arqueológicos”. (LLeras Pérez, 2007) También, hace una recolección de investigaciones realizadas en el siglo XIX en cerca de 5000 piezas en Colombia, que catalogaron las piezas por zonas, atributos y uso. Proponiendo las siguientes zonas: Sinú-San Jorge, Tairona, Darién (Chiriquí), Quimbaya, Conto (Calima), Chibcha, Popayán, Sur. (LLeras Pérez, 2007)

Lo dicho anteriormente, hace una categorización de tipo: tipo- región, estilo- región y categorías como “tecnológicos, iconográficos, geográficos e implícitamente, étnicos y cronológicos” (LLeras Pérez, 2007). Estas categorías permitieron una aproximación inicial a la ubicación de cada uno de los objetos encontrados facilitando su estudio.

Pérez de Barradas hace la catalogación de cada una de las regiones, desde la forma y el estilo de las zonas prehispánicas de Colombia. Afirmando que:

*“al estudiar la orfebrería prehispánica de Colombia, hablar más que de estilos propios y peculiares de regiones determinadas. En estas zonas geográficas, los orfebres indígenas han utilizado ciertas técnicas con preferencia respecto a otra, ya por razón de la mayor o menor abundancia del oro o ya porque se adaptan mejor a los fines que se ponían al confeccionar los objetos”.* (Pérez de Barradas, 1958)

A las zonas que fueron reconocidas se restaron y sumaron otras por la caracterización, uso y frecuencia de manejo de los materiales. Así las culturas Tumaco, Cauca, Tierradentro, san Agustín fueron catalogadas por Plazas y Falchetti (1978) como no

principales; se “añadieron cuatro zonas orfebres menores, cuya producción, mucho más escasa, era menos conocida.”, en estas zonas mayores según (LLeras Pérez, 2007)

Si bien los análisis de las piezas que presentan los autores son pertenecientes a el museo del oro en Bogotá, no es muy clara su procedencia a lo cual se puede decir que provienen de excavaciones ilegales. Lo cual impide una identificación de la zona de ubicación por lo tanto no tiene un contexto arqueológico, a pesar de esto hay maneras las cuales se puede hacer identificación de grupo creador y año de realización a las piezas, a lo que Pérez reconoce como “una paciente labor de recuperación de información y la posibilidad de contar con material fechable directamente asociado (núcleos de carbón textiles adheridos, etc.) han permitido obtener un corpus importante de fechas absolutas de C14 inequívocamente asociadas a objetos metálicos” (LLeras Pérez, 2007). Teniendo en cuenta lo planteado, se puede decir de los grupos aborígenes ubicados en la zona de Colombia, se ha desarrollado un memorial que evidencia diferentes aspectos de su existencia, entre ellos fechas aproximadas de desarrollo de piezas por ejemplo:

1. *La metalurgia actual en Colombia data del siglo V a.C en la costa pacífica sur y de ahí se extendió hacia el norte de Colombia hasta la era cristiana.*
2. *En el área de las costas pacífica y atlántica data de 300 d.C.*
3. *En el altiplano de Nariño es siglo II al IV y en el suroccidente es de siglos IX al XV d.C.*
4. *En el valle alto del cauca es de siglos I al V y en el periodo (sonso) es ubicado en los siglos XII y XIV.*
5. *En el alto magdalena no se tiene una fecha exacta.*
6. *En el valle medio del cauca siglos III a.C hasta III d.C.*
7. *En el golfo de Urabá siglos III al VI.*
8. *En las llanuras del atlántico siglo I a.C y el XII.*
9. *En la sierra nevada de santa marta siglos II al XI d.C.*
10. *En la cordillera oriental que es el espacio ocupado por los muiscas, data de IV a XV d.C (LLeras Pérez, 2007)*

## MUISCAS

Esta investigación estudiará a los Muiscas que “se esparcieron en el altiplano cundiboyacense después del siglo VII d.C” ... “Los Muiscas contaban con orfebres altamente especializados, además del orfebre artesanal” ... “Para la sociedad Muisca, el oro estaba íntimamente ligado al culto religioso. La mayoría de piezas encontradas en el altiplano son ofrendas, pequeñas figuras toscas con distintas representaciones: hombre, mujeres, niños y escenas de la vida política y social” (Plazas & Falchetti, 1985)

Ocupando gradualmente la Cordillera Oriental, los Muiscas tenían gran variedad de interpretaciones para todo lo que habitara en su territorio:

*“es posible advertir allí (en la intimidad de la lengua Muisca) diferentes nociones de cuerpo, enfermedad y naturaleza que, sin duda, fueron el resultado de elaboraciones decantadas y, por eso, construcciones intelectuales muy refinadas, que contenían un amplio conocimiento sobre el mundo natural y las relaciones entre las comunidades y el medio, pero, sobre todo distinciones de los diversos niveles de la construcción de la realidad”. (Rodríguez C. , 2010)*

Lo que afirma C. Rodríguez, 2010 permite inferir que cada uno de los objetos que realizaban era con un fin establecido y tenían un proceso para cada uno de ellos con finalidades diferentes. Un ejemplo es la Metalurgia, que en algunos casos su uso era decorativo e indicaba jerarquía en el grupo humano “estos elementos formales no sólo estarían contenidos y expresados en los ropajes, sino también, en los símbolos que acompañaban las funciones sociales que representaban aquellos «cargos», y que tuvieron que cumplir un papel en el conjunto de las relaciones sociales y de «reconocimiento» ...” (Rodríguez C. , 2010)



Se reconoce su ubicación “A la llegada de los españoles, la etnia muisca dominaba desde el páramo de Sumapaz hasta el cañón del río Chicamocha” (Langebaek C. , 1987) la ubicación geográfica de este grupo humano se infiere de su “grado de centralización política”, que dio origen a grupos encabezados por Caciques principalmente en Bogotá, Tunja, Sogamoso y Duitama.

CACICAZGO BOGOTÁ	CACICAZGO TUNJA	CACICAZGO DUITAMA	CACICAZGO SOGAMOSO
Ciénaga, Chocontá, Fosca, Sisativa, suesca, Tibacuy, Tibaguyes, Ubaté, Ubaque, Suba, Engativá, Tuna, Caqueza, Chinga, Guasca, Luchuta, Pasca, Simijaca, Subachoque, Subía y Teúsaca	Moniquira, Motavita, Pagasica, Soraca, Foaca, Somondoco, Turmequé	Aytiva, Baysa, Bneto, Bonza, Coguaya, Connba, Cupa, Cuyaquirá, Chequearque, Chicamocha, Faytiva, Gámeza, Guachetá, Icabuco, Latapa, Lytopayato- bara, Mocha, Monra gatonda, Muchican tobane, Nengora, Ocheto, Patería, Paypativa, Saquencipá, Sativa, Sisa, Sisatunja,	Beteitiva, Bombaza, Busbanzá. Coanzá, Comeza, Cosquetiva, Cuitiva, Chipa, Chi-patá, Chuimite, Chusbita, Guaquirá, Iza, Mona, Pesca, Pisba, Sagara, Soacá, Socotá y Toca, Chámeza, Firavitova, Gámeza, Manbesa, Mongua, Monquirá, Ochi-ca, Soacha, Sogota, Suscón, Totoya

		Socotá, Socha, Soquirá, Suitoto, Susa, Tagasa, Tasguato, Tuequito, Tibabita, Tibaco, Tibativa, Tirque, Tirasa, Tobana, Tocavita, Togabía, Tonnsa, Tuchaga, Turora y Tupachoque, Beteitiva, Cerinza, Chitagoto, Gacha, Guacha, Ocavita, Onzaga, Paipa, Soatá, Susa-cón, Lupachoque, Tupachoque y Tutasá	Tirintobasya, Tibasosa, Tocaaca, Topaga, Topaya, Tutarasgo, Tutasipa
--	--	--	---

(Langebaek C. H., 1995)

Estos cacicazgos se presumen que se originaron por tres factores “Dinámica Poblacional, Medio Ambiente e intercambio dentro del cambio social” (Langebaek C. H., 1995)

## **DINAMICA POBLACIONAL**

La organización social era Cacicazgos, que estaban compuestos por Capitanías Mayores (Sybyn), que a su vez se componían de Capitanías Menores (Uta). Estos grupos se caracterizaban por ser conjuntos familiares, que eran liderados por los hermanos mayores y que cedían su poder a su sobrino en línea matrilineal. En el caso de las mujeres, que se casaban debían tener conocimiento y responsabilidades tanto con la familia de su esposo como con la de sus padres, esto garantizaba que no se olvidarían sus raíces ancestrales. (Quiroga, 2008)

También, los santuarios eran lugares oscuros que tenían figuras en Oro, Cobre, Algodón o Maderas, decorados con esmeraldas y plumas. Las ofrendas eran hechas por medio de jeques o Sacerdotes, las figuras usadas en estos objetos eran representaciones de Hombres o Mujeres con instrumentos para la coca o niños, cóndores, serpientes, jaguares y situaciones sociales. Manejados por sacerdotes que no se encontraban bajo el mando del cacique (Plazas, 1987)

## **INTERCAMBIO**

Por la zona de ubicación de los Muisca, se dificultaba el intercambio con regiones distantes, debido a que no poseían fuentes fluviales que posibilitaran la comunicación rápida; de allí que la circulación de productos dependiera de su peso para cargar. Respecto a los caminos se presume eran usados para funciones ceremoniales. (Langebaek C. H., 1973)

La información recauda corresponde a 38 comunidades de las cuales 33 casos hacían parte de cacicazgos, que se ha identificado 3 formas de intercambio como: mercados centralizados, mercados no centralizados y trueques. Los mercados centralizados fueron implantados a la llegada de los españoles. Los Mercados no Centralizados eran los

propuestos por los caciques y no eran hechos dentro de su terreno de gobierno y a los que asistían los afines a ideales del cacique (Langebaek C. , 2008). Los trueques se realizaban entre grupos de diferentes producciones como: sal, mantas, oro, Carnes. En general productos de necesidades comunales, al contrario de lo que se piensa hoy en día, el producto de más alto trueque eran las matas y no el oro. (Langebaek C. H., 1973) En Sutamarchan, se encontraron vasijas que eran enterradas en lugares estratégicos las cuales se usaban para la producción de chicha, al aparecer para fines de festejos, dicha cerámica es la que se conoce como “Suta Naranja Pulido”. Estos “intercambios Muisca tuvieron más sentido social, político e ideológico que de beneficio económico para las elites” (Langebaek C. , 2008)

## **TECNICAS DE LA METALURGÍA**

### **PROCEDENCIA**

#### **CRISOL**

El crisol era elaborado en arcilla local, según excavaciones realizadas por Juan Llanos, los crisoles “presenta altos contenidos de cuarzo volcánicos, materia orgánica, compuestos alcalinos y sales de fosfato” (LLanos, 2015) Los Crisoles eran Cerámica refractaria y para ello a la arcilla se mezclaba arena de río, feldespato, cuarzo y tejidos vegetales. (LLanos, 2015)

#### **METALES**

Los Muisca usaban oro y cobre para la metalurgia “Los Muisca obtenían el metal por intercambio con las zonas bajas, los playones aluviales del valle del Magdalena, en su mayor parte. La función votiva de las piezas muisca permitía la indisimulada presencia del cobre”. Las fuentes del siglo XVI especificaron que, al sur de Pasca, los Sutagaos se especializaron en la obtención de cera y dicha actividad era muy común dentro de las comunidades del piedemonte (Plazas, 1987).

Cuando se habla de metalurgia en Colombia y los estudios arqueológicos, se detallan varias líneas como: La extracción de la materia prima, sus procesos de transformación, hornos de fundición, las herramientas usadas y sus técnicas de fabricación en orfebrería; esto conlleva a generar un desarrollo tecnológico, que después proporcionar una visión cultural para así representarse frente a otros grupos indígenas. Tras el análisis de diferentes algunas piezas orfebres se identifican técnicas de fabricación como: martillado, fundido, repujado, fundición por cera perdida. (Caicedo, 1998)

#### ORO

Se conjeturó de la existencia de las minas de oro en el área Muisca por la gran cantidad de oro usado por este grupo en ofrendas y aunque lo españoles indagaron afondo, no encontraron ninguna. Por eso, se presume que la obtención de oro se debe a lo que llama Roso Gauta “oro de rescate” que se da por intercambios con otros grupos de la zona. Sin embargo, según documento de notaria 1ª de Tunja años 1580-1590 folios 866-869 se adjudica la presencia de minas de oro en la zona del valle de Sogamoso (Rozo Gauta, 1977) También, C. Langebaek referencia yacimientos de oro fuera del altiplano cundiboyacense, al parecer el oro era adquirido por intercambios con otras culturas (Langebaek C. H., 1973)

#### COBRE

El cobre usado por los muisca en metalurgia fue extraído en zonas de oxidación de Gachalá y Moniquirá, se presume que la extracción se realizaba con los mismos instrumentos con los que se extraían sal y carbón: “percutores, martillos y punzones de piedra” (Rozo Gauta, 1977)

## CERAMICA

En la alfarería muisca se puede entender cuatro usos de cerámica: cerámica como ajuar funerario, cerámica ceremonial, cerámica doméstica y cerámica Industrial (Rojas, 1977). Tomando en cuenta que la cerámica era usada en muchas más situaciones las cuales no eran solo de ceremonias, también estaba la producción para el proceso orfebre el cual no tenía nada que ver con ceremonias, otro de los usos es el doméstico.

La arcilla usada en la alfarería Muisca se debe a la variabilidad de los suelos de la cordillera oriental (Langeabaek C. H., 1973), haciendo de esta zona rica en este material lo que generó el desarrollo de la cerámica, la cual es parte fundamental en el proceso de orfebrería. Si bien, las zonas de cordilleras son ricas en arcilla se pudo establecer al Valle de Tenza como importante cacicazgo en la exportación hacia lo llanos Orientales y Valle del Magdalena de cerámica (Langeabaek C. H., 1973)

La identificación de tipos de cerámica se debe a excavaciones realizadas en el periodo Herrera donde se denominaron varios tipos de cerámica según zonas y características de hallazgo; arrojando tipos de cerámica como: Mosquera Roca Triturada, Mosquera Rojo Inciso, Zipaquirá Rojo Sobre crema, Zipaquirá Desgrasante Tiesto, Rojo Inciso, Decoración presión angular, Montalvo negro sobre rojo. (Rodríguez J. , 2008)

## CERA

La cera era obtenida de un insecto negro llamado Abejón es venenoso, agresivo y de tamaño mayor al de una abeja tradicional, estos permanecen en pequeñas colmenas no muy numerosas, producen una miel muy dulce y de color blanca, además crean panales de cera tonalidad negro-carmelita el cual es muy flexible, no tan adherente y que al contacto con el calor de las manos se deja moldear para formar una especie de hilos, laminas muy delgadas o piezas muy delicadas según las necesidades de la pieza a fabricar, este tipo de

cera tiene las propiedades adecuadas para este proceso, cualidades que no cumplía la cera de abeja o la cera vegetal, encontradas en la zona donde habitaban ya que eran muy duras y no se dejaban moldear de la manera necesaria para desarrollar esta técnica. (Barriga Villalba, 1961)

Otro de los tipos de cera que se empleaba en el proceso de la cera perdida es la de las abejas tipo angelita, “la cera se obtenía de las colmenas de abejas sin aguijón, o abejas angelita” (Museo del Oro, 2016), la cual era obtenida al parecer de las partes en las cuales el clima es de una temperatura media de 24°C. Ya que esta temperatura es la ideal para lograr su procreación. El uso de la cera en los Muisca se daba en dos procesos: el proceso de cera pérdida y decoración de santuarios se intercambia cera con el piedemonte llanero (Falchetti A. M., 2016).

#### CARBÓN

Al parecer en las zonas de Somondoco, Tópaga, Corrales, Suesca y Sogamoso... “los muisca son el único pueblo precolombino que extrajo y utilizó el carbón mineral” ... Usando como herramientas “martillos, mazas, enormes punzones y percutores” ... “Los muisca extraían el carbón haciendo galerías angostas que llegaron a tener hasta doscientos metros de longitud” (Rozo Gauta, 1977). Por otro lado, Langebaek referencia el uso de madera carbonizada. (Langebaek C. H., 1973)

Según los trabajos realizados hasta el momento por el grupo investigativo, el material más acorde que se empleó en la cera perdida es la madera, debido a las propiedades que presenta, como la de evaporación y ayuda en la fluidez, por otro lado, el carbón vegetal es más fácil de triturar que el mineral.

## MATRIZ LÍTICA

Las matrices provienen por lo general de rocas que deben ser de un material lo suficiente duro que resista el pulido, debido a que todas las matrices son talladas para obtener la forma necesaria. “La labor de pulimiento de los diferentes lados de las piezas, no es un procedimiento técnico exclusivo de las matrices de orfebrería” (Rodríguez C. , 2010). La técnica que se emplea para la realización de las matrices, es en general la misma que se emplea para la elaboración de otros productos tales como: hachas, punzones y cuencas, así mismo se pueden encontrar más elementos que fueron realizados por los Muisca, pero que cumplían diferentes funciones (Rodríguez C. , 2010)

Las rocas empleadas tienen que tener la dureza necesaria para que resistan el trabajo que se les va a emplear. “la mayoría de las piedras son negras y tienen estrías negras o grises, Sin embargo, hay algunas piedras grises, carmelitas, verdes o amarillas y a menudo llevan las correspondientes estrías; son pesadas y tienen una cantidad considerable de hierro” (Rodríguez C. , 2010)

La selección de la roca, depende en gran medida del grosor del grano con el que esta compuesta, debido a que esto permite que los acabados sean más precisos, por lo general estas rocas se pueden encontrar alrededor de los ríos o las lagunas, esto para el contexto Muisca era muy fácil de encontrar puesto que en su entorno hay gran cantidad de lagos y ríos. Ahora bien, para realizar el tallado de la roca es necesario tener un material que tenga más dureza que la roca seleccionada (Rodríguez C. , 2010)

La meseta Cundiboyacense se caracteriza por tener una variedad importante de rocas, entre ellas las areniscas, material usado por los Muisca en la construcción de metates y manos de moler. También los Muisca a buscar materia prima en zonas de la

cordillera central. (Langeabaek C. H., 1973). Otro de los tipos de rocas que fueron usadas por los Muisca era la roca volcánica (dionta) de gran dureza, ejemplo de esto es el hallazgo de hacha encontrada en el Tequendama (Langeabaek C. H., 1973)

### **TÉCNICAS DE TRANSFORMACIÓN**

Cuando se habla de metalurgia en Colombia y los estudios arqueológicos, se detallan varias líneas como: La extracción de la materia prima, sus procesos de transformación, hornos de fundición, las herramientas usadas y sus técnicas de fabricación en orfebrería; esto conlleva a generar un desarrollo tecnológico, que después proporcionar una visión cultural para así representarse frente a otros grupos indígenas. Tras el análisis de diferentes piezas orfebres se identifican técnicas de fabricación como: martillado, fundido, repujado, fundición por cera perdida (Caicedo, 1998). Que serán descritos a continuación.

*Repujado:* Esta técnica se empleaba en objetos de oro usados como elementos de joyería, el producto de esta fabricación son piezas de oro delgadas que poseen diseño por ambos lados, en donde un lado es el negativo y el otro es positivo en el que se puede percibir la figura que se desea fabricar; Stanly Long describe las siguientes etapas para producir una pieza por medio de esta técnica:

#### *“ETAPAS DE REPUJADO.*

*Se funde el metal y se extiende para formar una placa.  
Se martilla la placa de metal hasta formar una lámina delgada.  
Se repuja por presión en la matriz de piedra.  
Se cortan los bordes de la lámina.  
Se pule el objeto.”* (Long, 2016)

*Templado:* Este proceso se realiza para evitar que la pieza se fracture ya que después de golpear el material se vuelve quebradizo, se realiza mediante el calentamiento del metal al rojo vivo para después enfriarlo nuevamente sumergiéndolo en agua y así poder

continuar con el martillado, este proceso se realiza varias veces para lograr la pieza deseada. (Plazas & Falchetti, 2016)

*Martillado:* Con pequeños martillos se golpeaba la pieza de metal sobre un yunque cilíndrico de roca, para lograr el espesor que se deseaba; este proceso se realizaba varias veces hasta obtener la pieza de la forma deseada. Al compararla con algunas de las piezas que son fabricadas por medio de la fundición, es una técnica sencilla, necesita de una gran destreza artesanal y amplio conocimiento en el comportamiento de los metales al momento de la fabricación, esta técnica se realiza luego del proceso de templado. (Plazas & Falchetti, 2016)

*Fundición:* Esta técnica demuestra que los aborígenes de la zona generaron una transformación de los metales con altas temperaturas con un horno artesanal, pasando los metales de estado sólido a líquido, que luego serán vertidos en diferentes moldes creados por ellos.

## **CERA PERDIDA**

“Se ha dicho que la fundición a la cera perdida se originó en Colombia, debido a que en esta región se encuentra el mayor número de objetos así elaborados. A pesar de que en todas las zonas de orfebrería colombianas se fundieron objetos metálicos, es en aquellas áreas situadas al centro, norte y este del país donde se encuentra una mayor experimentación con dicha técnica.” (Plazas & Falchetti, 2016)

El Museo del Oro ha analizado piezas en oro halladas por arqueólogos, comparándolas con matrices líticas encontradas y se han evidenciado relieves muy parecidos entre ellas, lo que lleva a pensar que son piezas en oro fabricadas por medio de dos técnicas: fundido y cera perdida. Esta última genera una forma delgada y la fabricación

masiva de la pieza, también se reconoce como una técnica muy utilizada en la cultura Muisca, la gran mayoría de las piezas son planas, aunque se utilizó por medio de esta técnica algunas con un núcleo de arcilla para para fabricar piezas huecas. (Falchetti A. M., 2016)

Dentro del proceso de fundición por “cera perdida” es necesario materiales con condiciones específicas para la fabricación exitosa, tales productos son: cera de abeja negra o abeja angelita, matriz de roca, la aleación entre oro y cobre llamada tumbaga, carbón, arcilla, horno (Long, 1989) y exige por parte del orfebre un conocimiento amplio sobre los mismos, de sus comportamientos y sus procesos de fundición, para que el proceso pueda ser homogéneo y el metal fluya de esta manera llenar todos los espacios antes de que se enfríe.

En la técnica de cera perdida también se encuentra la fundición con núcleo, donde se buscaba que la pieza fuera hueca o tuviera un espacio libre en su interior; los pasos que describe Clemencia Plazas de Nieto y Ana María Falchetti de Sáenz para realizar este proceso son los siguientes:

*“El núcleo de arcilla y carbón modelado en la forma del objeto, se cubría totalmente con una capa homogénea de cera de abejas. Esta capa de cera se atravesaba luego con unos soportes de bambú o madera que se internaban aproximadamente un centímetro dentro del núcleo de arcilla para mantenerlo fijo en su posición durante la fundición. Este conjunto era entonces cubierto por un molde exterior de arcilla. Cuando se retiraba la cera caliente, los soportes mantenían el núcleo en su posición evitando que este obstruyera el paso del metal fundido. El tamaño y número de estos soportes era variable. Unas piezas fueron fundidas con tres de ellos y otras con 36. Aparentemente su uso dependía de las habilidades y previsión de cada orfebre. Una vez terminada la fundición, se rompía el molde exterior y se retiraban los soportes. Los agujeros circulares dejados por ellos en la pieza eran reparados con un alambre metálico grueso que entraba a manera de clavo en el orificio. La línea de unión de la reparación era disimulada por medio del pulimento. Por último, se sacaba el núcleo interior dejando hueco el recipiente.”. (Plazas & Falchetti, 2016)*

**FUNDICIÓN DE CERA PERDIDA CON MATRIZ LÍTICA:** En esta técnica se buscaba tener un molde para la realización de una pieza, para esto en una roca se tallan diseños en alto relieve en la mayoría de sus caras para luego fundir estas imágenes por medio de la técnica de cera perdida.

Uno de los factores importantes en esta técnica es la utilización de la cera, debido a que es necesario que por medio de la temperatura se evapore o salga de la pieza de cerámica, además de que brinde fiel copia de la figura que se quiere replicar, para esto los Muiscas empleaban cera de abejón negro como lo dice Stanley (Long, 2016) o cera de abeja angelita como lo afirma la página del museo del oro en su artículo sobre el proceso de cera perdida (Museo del Oro, 2016)

Este tipo de material, cera de Abejón era empleado en muchas más actividades como lo son ajustes de piezas e instrumentos musicales, cuerdas de costura, pegante entre otros; las propiedades de este material hacen que su modo de empleo sea muy fácil ya que no es necesario de usar algún tipo de instrumento distinto a las manos para su manipulación. (Barriga Villalba, 1961)

Las matrices de roca son otro elemento importante, casi todas son líticas de grano fino, en su mayoría son negras, algunas verdes, amarillas, grises o color carmelito, es pesada y se encuentra con gran facilidad y en gran variedad; estas piezas han sido bien elaboradas y tiene esculpidas en todas sus caras elementos representativos para los indígenas de la cultura Muisca, con muchos detalles finamente trabajados tallados a mano con diseños de figuras geométricas, zoomorfas, antropomorfas y biomorfas.

Otro elemento importante para este proceso, es el metal que se usaba que una aleación de oro y cobre llamado tumbaga; tiene un punto de fusión más bajo que cada de estos metales por separado, además de eso es apropiada para poder tallar o repujar en frío. “Al mezclar el oro con el cobre en ciertas proporciones (aprox. 70% de cobre y 30% de oro) se reduce en 250° C o más el punto de fusión de los metales: 1.063°C para el oro, 1.083°C para el cobre y 100°C para la tumbaga.” (Plazas & Falchetti, 2016) Teniendo en cuenta las condiciones que proporciona este tipo de aleación en cuanto a temperatura, por esto fundir tumbaga hace que se puedan producir piezas con alto detalle decorativo y más elaborado. (Plazas & Falchetti, 2016) Para poder crea una pieza por medio de la técnica de “cera perdida” con matriz lítica se debe seguir algunas etapas que nombraremos a continuación.

*“ETAPAS DE FUNDICION*

*Se prepara la lámina de cera*

*Se presiona la cera sobre la matriz de piedra.*

*Se cortan los bordes de la lámina de cera.*

*Se prepara el embudo para que penetre el metal fundido y una chimenea o respiradero.*

*Se reviste la lámina de cera con una mezcla de carbón fino y arcilla.*

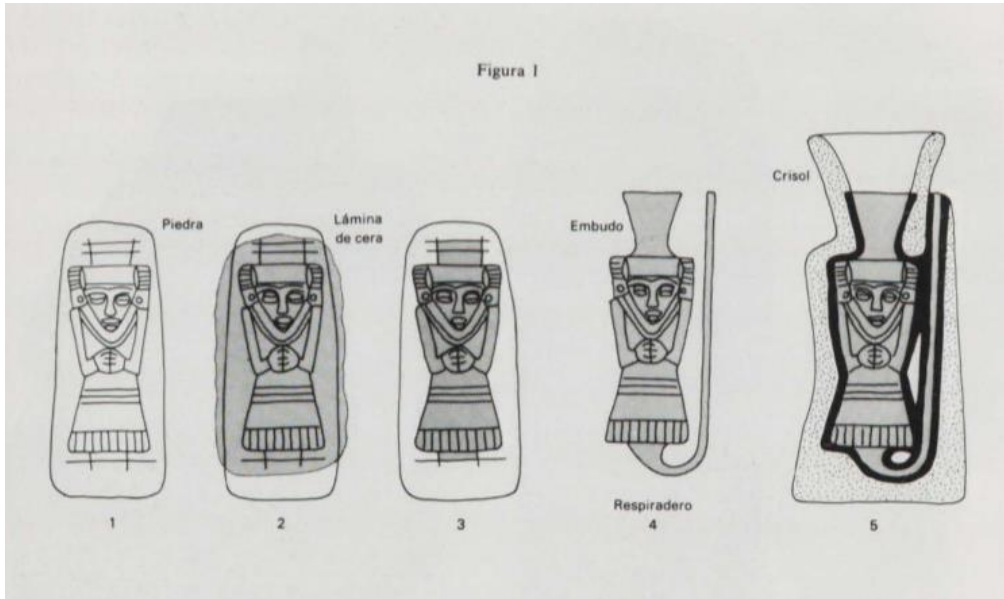
*Esto se cubre con una mezcla de carbón (más gruesa) de arcilla; abajo se aplanan para tener una base y se le adjunta el crisol.*

*Se pone el metal en el crisol y se calienta el crisol-molde.*

*Se rompe el molde y se saca el objeto fundido.*

*Se quita el embudo y el respiradero.*

*Se pule el objeto.” (Long, 2016)*



Tomado de (Long, 2016)

En la presente monografía se aclara que los pasos planteados son sujetos de modificaciones debido a que hacen parte de una teoría en la cual no se ha hecho la debida experimentación, con lo cual se haría la comprobación de cada uno de los pasos.



# PROTOSCOLOS

---

CERA PERDIDA CON  
MATRIZ LÍTICA

CARLOS ÁVILA  
DIANA SÁNCHEZ  
GABRIELA VARÓN

2017

PAG.35

# INTRODUCCIÓN

EN EL PROCESO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CADENA OPERATIVA, SE DESARROLLARON DOS GRANDES GRUPOS DE ELABORACIÓN. EL PRIMERO, MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y EL SEGUNDO LA FUNDICIÓN. ESTA MANIPULACIÓN SERÁ ESPECIFICADA EN LA DESCRIPCIÓN DE CADA UNO ELLOS.

## 1. PROTOCOLO CARBÓN

MATERIAS PRIMAS.

EL CARBÓN ES DE ORIGEN VEGETAL, EN ESTE CASO ES MADERA DE GUAYABO (*PSIDIUM GUAJAVA*) DE LA ZONA DE GIRARDOT (COLOMBIA).

### A. SECADO MADERA

LA MADERA PRESENTABA HUMEDAD AL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN, POR LO QUE FUE NECESARIO EXPONERLA A LA INTEMPERIE DURANTE UNA SEMANA Y ASÍ REDUCIR LA CANTIDAD DE AGUA QUE PRESENTABA.



# B. ELABORACIÓN DE ASERRÍN

SE REALIZÓ VIRUTA DE ESTE MISMO MATERIAL.



# C. QUEMADO MADERA

LA MADERA SE ENCENDIÓ Y CUANDO OBTUVO ALTA LLAMA, SE LE ADICIONO UNA CAPA DE ASERRÍN PARA AHOGAR EL FUEGO Y ASÍ CONSUMIRSE LENTAMENTE.



AL CABO DE 6 HORAS, LA MADERA DE GUAYABO SE CONVIRTIÓ EN CARBÓN.



LA CANTIDAD DE CARBÓN USADA FUE  
DE 1230 GRAMOS.

SEGÚN LONG Y PÉREZ DE BARRADAS, LOS MUISCAS USABAN CARBÓN VEGETAL PULVERIZADO, EN LA CONSTRUCCIÓN DEL REVESTIMIENTO EN ARCILLA DE LAS LÁMINAS DE CERA. EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN HA CONCLUIDO, QUE ESTE USO, SE DEBE A LA ATMOSFERA REDUCIDA PARA LA COCCIÓN QUE GENERA EL CARBÓN VEGETAL EN POLVO.

POR LO QUE MEDIANTE UNA LIMA SE FRICCIÓNÓ EL CARBÓN OBTENIENDO POLVO DEL MISMO.

UNA MUESTRA DEL CARBÓN FUE UBICADA EN UNA CAJA, CON EL FIN DE CREAR UNA CAMA DE CARBÓN PARA PODER SUMERGIR LA LÁMINA EN CERA. LA GRANOMETRÍA DEL CARBÓN ES DE 2 GRADOS SEGÚN LA TARJETA DEL CENTRO DE REGISTRO DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

LOS FUERTES VIENTOS OCASIONADOS POR LA QUEMA AL AIRE LIBRE, PRODUJERON QUE LA MADERA SE CONSUMIERA RÁPIDAMENTE, POR LO QUE SE HIZO NECESARIO ADICIONAR EN MAS DE UNA OCASIÓN ASERRÍN Y ASÍ AHOGAR LA LLAMA.

# CERÁMICA.

EN EL MANEJO DE LA CERÁMICA SE DESARROLLARON VARIAS ETAPAS, NECESARIAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA ARCILLA EN PASTA CERÁMICA Y A SU VEZ EN CERÁMICA. POR LO TANTO, SE EVIDENCIARON 5 MOMENTOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA: EXTRACCIÓN, REMOJO, FILTRADO, AMASADO Y HORNEADO.

## 2. PROTOCOLO CERAMICA

---

MATERIAS PRIMAS.

### A .EXTRACCIÓN.

CON LA COLABORACIÓN Y ORIENTACIÓN DEL QUÍMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SALOMÓN FIQUE. SE EXTRAJO LA ARCILLA DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA (COLOMBIA).



SE EXCAVÓ EL TERRENO USANDO COMO HERRAMIENTA UNA PALA. EL PUNTO DE EXTRACCIÓN SE LOCALIZA AL LADO DE LA VÍA BOJACA- CHUNZAQUEN. EN ESTE SITIO LOS HABITANTES SUELEN EXTRAER ARCILLA PARA ARTESANÍAS Y CANCHAS DE TEJO.



LA CANTIDAD DE MATERIAL RECOLECTADO FUE APROXIMADAMENTE 2 ARROBAS, DE LAS CUALES SE HIZO USO DE 1 ARROBA.

# B. REMOJO.



A LA ARCILLA EXTRAÍDA SE LE AGREGÓ AGUA HASTA QUE CUBRIÓ LA TOTALIDAD DE LA MISMA. DEBIDO AL ESTADO SÓLIDO DE LA ARCILLA, FUE NECESARIO DEJARLA EN AGUA DURANTE 6 DÍAS, PARA HIDRATARLA Y ASÍ MISMO AUMENTARA SU PLASTICIDAD.

# C. FILTRADO.

LUEGO DE 6 DÍAS EN REMOJO,  
LA ARCILLA SE HA DILUIDO PERO  
NO EN SU TOTALIDAD.



POR LO QUE, FUE NECESARIO  
REALIZAR UN PROCESO MANUAL  
DE DESINTEGRACIÓN, CON  
EL PROPOSITO DE GENERAR  
QUE LA ARCILLA QUEDARA EN  
UNA MEZCLA HOMOGÉNEA.

LUEGO, SE HIZO NECESARIO FILTRAR LA MEZCLA PARA SACAR NO SOLO EL AGUA SOBRANTE, SINO LAS IMPUREZAS EXISTENTES EN LA MEZCLA (ROCAS Y FILAMENTOS VEGETALES). ESTA MEZCLA FUE COLADA EN DOS TIPOS DE CERNIDORES.

EL PRIMERO, METÁLICO CON ABERTURAS APROXIMADAS DE 4 MM. EL SEGUNDO, PLÁSTICO CON ABERTURAS APROXIMADAS DE 0.5 MM. EN EL PRIMER FILTRO, SE OBTUVO UNA MEZCLA HOMOGÉNEA PERO AUN CON RESIDUOS (ROCAS, FILAMENTOS, PASTA CERÁMICA SIN DILUIR Y GRANOS), LAS CUALES FUERON DESECHADAS. EN EL SEGUNDO CERNIDOR, SE OBTUVO UNA MEZCLA SUAVE Y SIN RESIDUOS SENSIBLES AL TACTO.

NO OBSTANTE, LA MEZCLA SEGUÍA PRESENTANDO HUMEDAD.



# D.AMASADO.

## ARCILLA.



CON LA ASESORÍA DE LA MAESTRA EN ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES LEONOR MONCADA, SE EMPEZÓ LA ETAPA DE AMASADO DE ARCILLA. LA EXPERTA AL TACTO ADVIRTIÓ QUE LA ARCILLA AÚN ESTABA HÚMEDA, POR LO QUE, PROPUSO QUE LA MASA FUERA EXTENDIDA EN UN RECIPIENTE DE BOCA GRANDE Y SE REVOLVIERA PARA QUE DE ESTA FORMA ENTRARA AIRE A LA MEZCLA Y ASÍ PODER REDUCIR EL NIVEL DE HUMEDAD.

SIN EMBARGO, REMOVER LA ARCILLA NO REDUJO EL NIVEL DE HUMEDAD EN EL PUNTO NECESARIO PARA AMASAR, POR LO QUE, POR INDICACIÓN DE LA EXPERTA, LA MASA SE EXTENDIÓ EN UN CARTÓN Y FUE TAPADA CON PAPEL PERIÓDICO QUE ABSORBIÓ EL EXCESO DE HUMEDAD. UNA VEZ LA MASA ESPARCIDA EN EL CARTÓN SE PUDO CONVERTIR EN ESFERA, POR MEDIO DE UNA ESPÁTULA SE RETIRÓ LA MEZCLA CONSTRUYENDO ESFERAS DE DIMENSIONES SIMILARES A LA MANO.



EL AMASADO INICIA CON EL LANZAMIENTO DE LA ARCILLA AL BANCO CON FUERZA ( LO QUE SUCEDE EN REITERADAS OCASIONES), CON EL FIN DE SACAR LA HUMEDAD AUN EXISTENTE Y LAS POSIBLES BURBUJAS DE AIRE.



## PASTA CERÁMICA.



CUANDO LA MASA ESTUVO LISTA PARA USAR, FUE MEZCLADA CON ARENA DE RÍO. EL PORCENTAJE DE ARENA DE RÍO FUE DE UN 15%.



SE REALIZÓ UNA SEGUNDA MEZCLA CON POLVO DE CUARZO, POR ENCONTRAR DIFERENCIA CON LA ARENA DE RÍO, EL PORCENTAJE DE POLVO DE CUARZO VARIÓ. LA CANTIDAD USADA FUE DEL 25%, YA QUE EL CUARZO USADO POR LA EXPERTA ES DISTINTO AL USADO PARA ESA OCASIÓN. LA ARENA DE RÍO Y EL POLVO DE CUARZO, SON DESENGRASANTES QUE SIRVEN PARA EL ACOPLE TOTAL DE LA PASTA CERÁMICA Y QUE ESTÁ NO PRESENTEN FRACTURAS AL MOMENTO DE LA COCCIÓN.

LUEGO, LA MASA FUE LANZADA SOBRE PAPEL PERIÓDICO PARA TERMINAR DE SACAR EL EXCEDENTE DE AGUA Y LAS BURBUJAS DE AIRE QUE DURANTE LA COCCIÓN ESTALLARÍAN LA PIEZA EN EL HORNO. LA MEZCLA QUEDO EN UNA TEXTURA PARECIDA A LA DE PLASTILINA. NO SE PEGÓ A LAS MANOS Y TAMPOCO TENÍA GRUMOS. DE LA PASTA EXTRAÍDA DE BOJACÁ SE LOGRÓ OBTENER UN TOTAL DE 18 ESFERAS DE TAMAÑOS DISTINTOS QUE REPRESENTAN UN 70% DEL TOTAL DE LA ARCILLA EXTRAÍDA, LO QUE NOS INDICA QUE HASTA ESTE MOMENTO DE TRANSFORMACIÓN SE HA PERDIDO UN 30% DEL MATERIAL.



DESPUÉS DE 2 MESES DEL AMASADO DE LA CERÁMICA, SE PUDO REALIZAR LOS RECUBRIMIENTOS CERÁMICOS PARA LAS LÁMINAS DE CERA (OVOIDES). PERO AL MOMENTO DE MANIPULACIÓN DE LA PASTA, SE ENCONTRARON 4 ESFERAS CON Poca HUMEDAD, POR LO QUE FUE NECESARIO PULVERIZAR LOS OVOIDES Y METERLOS EN AGUA DURANTE 3 DÍAS. LA MEZCLA DE ESTAS ESFERAS NO PUDO SER RECUPERADA EN SU TOTALIDAD, YA QUE EL PORCENTAJE DE ARCILLA CONVERTIDA EN ROCA FUE MAS DE UN 80%.

BAJO LA SUPERVISIÓN DE LEONOR MONCADA, FUERON REVISADAS LAS MEZCLAS PARA VERIFICAR QUE NO TUVIERAN BURBUJAS DE AIRE NI TAMPOCO ESTUVIERA DEMASIADO SECAS PARA AMASAR.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

EL MÉTODO PARA RECONOCER EL PUNTO INDICADO DE HUMEDAD DE LA ARCILLA NO ESTA ESTABLECIDO, POR ESTO SE REQUIERE DE LA ORIENTACIÓN DE UN EXPERTO QUE POR MEDIO DEL TACTO Y LA EXPERIENCIA INDIQUE EL PUNTO NECESARIO.

LA PASTA CERÁMICA UNA VEZ REALIZADA DEBE ESTAR RECUBIERTA DE TAL MODO QUE NO ESTE EXPUESTA NI AL SOL , NI AL AIRE. LUEGO QUE ESTOS DOS FACTORES OCASIONAN LA REDUCCIÓN DE HUMEDAD DE LA MEZCLA. LO ANTERIOR , SE EVIDENCIO DESPUÉS QUE SEIS ESFERAS DE ARCILLA ESTUVIERON EXPUESTAS DEMASIADO TIEMPO SIN NINGÚN RECUBRIMIENTO Y ESTO OCASIONÓ QUE PERDIERA SU PLASTICIDAD. PARA RECUPERAR LA MEZCLA, SE PULVERIZARON Y NUEVAMENTE SE DEJARON EN AGUA POR DOS DÍAS, DE ESTAS TAN SOLO LA MITAD SE PUDIERON RESCATAR LAS OTRAS FUERON DESECHADAS POR PRESENTAR GRAN CANTIDAD DE MEZCLA SOLIDA .

NO ERA NECESARIO EL REMOJO DE LA ARCILLA, PUES EL ESTADO INICIAL DE LA PASTA CERÁMICA REQUERIDA DE Poca HUMEDAD.

# MATRIZ LÍTICA.

LA ROCA ERA TALLADA SEGÚN FIGURAS PREVIAMENTE BOCETADAS, PARA DESPUÉS SER USADAS COMO MOLDE PARA LA ELABORACIÓN DE LAS LÁMINAS DE CERA. EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CADENA OPERATORIA Y EN ESPECÍFICO PARA ESTA ETAPA SE HIZO NECESARIO LAS SIGUIENTES HERRAMIENTAS:

## ELEMENTOS UTILIZADOS

- PULIDORA CON TAMAÑOS DE DISCOS 4' 1/2:
- DISCO DIAMANTADO DE DESBASTE
- DISCO DE LIJAS CON GRANITO # 80
- DISCO ABRASIVO PARA DESBASTE
- MOTORTOOL CON FRESAS DE DESBASTE Y MARCACIÓN.
- \* ELEMENTOS DE MARCADO TALES COMO:
  - LÁPIZ
  - TIZA
  - ESCALA
- \* ELEMENTOS DE LIMPIEZA COMO:
  - PINCEL
  - BAYETILLA
  - AGUA
  - LIJA



# 5. PROTOCOLO MATRIZ LÍTICA

## MATERIAS PRIMAS.

LA TRANSFORMACIÓN DE LA ROCA "LIDITA" SE DIVIDIÓ EN DOS MOMENTOS: DESBASTE Y TALLA.

### A. DESBASTE.

DEBIDO A LA FORMA IRREGULAR EN LA QUE SE CONSIGUIÓ LA ROCA, FUE NECESARIO REALIZAR DESBASTE CON PULIDORA Y ASÍ INTENTAR DARLE SIMETRÍA.



CON INTENCIÓN DE FORMAR UN RECTÁNGULO DE LA ROCA, SE ENUMERÓ LAS 6 CARAS DE FORMA ALFABÉTICA. SE INICIÓ EL DESBASTE DE LA PIEDRA CON DISCO DE LIJAS CON GRANITO # 80, PERO AL ACABO DE 1 H Y 10MIN LA ROCA NO PRESENTA NINGÚN CAMBIO, PERO EL DISCO SI FUÉ DESGASTADO.





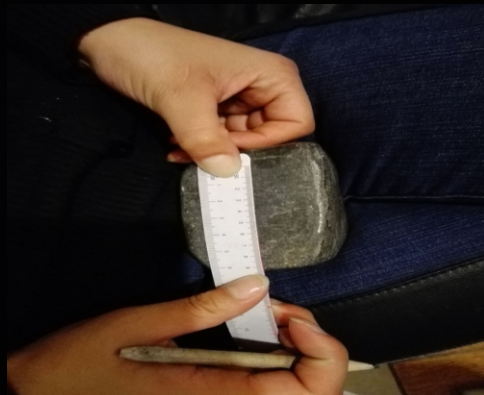
ES POR ESO QUE SE HACE EL CAMBIO DE DISCO A UN DISCO DIAMANTADO, AL VERIFICARSE QUE LA ROCA PRESENTA DESGASTE SE PROCEDE A DESARROLLAR LAS 6 CARAS.

PARA PULIR LA ROCA SE USÓ UN DISCO ABRASIVO DE DESGASTE, AL CABO DE 20 MIN LA ROCA SE PRESENTA PULIDA Y LISTA PARA SER TALLADA.



## B. TALLA.

SE SELECCIONARON 3 FIGURAS A TALLAR: ANTROPOMORFA, ZOOMORFA Y ALADA.



PARA COMENZAR LA TALLA FUE NECESARIO TENER LA IMAGEN A ESCALA REAL. LUEGO, SE SELECCIONÓ LA CARA DE LA ROCA A USAR Y SE COMENZÓ EL DIBUJO CON LA AYUDA DE REGLA Y LÁPIZ, TENIENDO EN CUENTA MEDIDAS Y FORMAS PRESENTES EN LA FIGURA.

CON LA FRESA DE MARCACIÓN EN EL MOTORTOOL, SE REALIZÓ EL CONTORNO SUPERFICIAL DE LA FIGURA.



USANDO LA FRESA DE DESBASTE, SE REALIZÓ LA PROFUNDIDAD DE LA FIGURA.



EN LAS PARTES CON CURVAS DE LA FIGURA SE USÓ FRESA CON PUNTA CURVA, PARA QUITAR LOS RESIDUOS DE ROCAS SE EMPLEÓ PINCEL.



PARA LA PROFUNDIDAD FUERA DE LA FIGURA, SE USÓ EN PRINCIPIO FRESA DE DESBASTE, PERO AL ENCONTRARSE POCO AVANCE SE UTILIZÓ PULIDORA.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

PARA EL DESBASTE DE LA PIEDRA LIDITA DEBE USARSE EN PRIMERA ESTANCIA DISCO DIAMANTADO, PARA EL DESBASTE. EN SEGUNDA ESTANCIA DISCO DE GRANITO, PARA DARLE UN ACABADO LISO,

SE EVIDENCIA QUE SE DEBERÍA USAR UNA HERRAMIENTA CON UN NIVEL DE PERCUSIÓN MENOR, (EN ESTE CASO SE USO UNA PULIDORA), YA QUE LA PULIDORA POR LOS NIVELES DE VIBRACIÓN FRACTURÓ LA ROCA, IMPIDIENDO LA TALLA COMPLETA.

# CERA.

SEGÚN EL MUSEO DEL ORO DE COLOMBIA, LA CERA USADA POR LOS MUISCAS PARA EL PROCESO DE CERA PERDIDA ERA DE ORIGEN ANIMAL, ESPECÍFICAMENTE DE ABEJA ANGELITA (TETRAGONISCA ANGUSTULA), (MUSEO DEL ORO, 2016) POR OTRO LADO, LONG DESCRIBE EL USO DE CERA DE ABEJÓN NEGRO (LONG, 1989). DEBIDO A SU DIFÍCIL OBTENCIÓN, LA CERA DE MÁS USO DEL PRESENTE TRABAJO FUE: CERA DE ORTODONCIA TIPO UTILITY (VER ANEXO NO 1), GRACIAS A QUE ESTE TIPO DE CERA TIENE CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LA CERA DE ABEJA ANGELITA, MUY BUENA PLASTICIDAD Y MUY FÁCIL DE MOLDEAR AL REALIZAR LA IMPRESIÓN DE LA FIGURA EN LA MATRIZ.

## 3. PROTOCOLO CERA

### MATERIAS PRIMAS.



ORIGINALMENTE LA CERA USADA DE ORTODONCIA UTILITY, SE PRESENTA EN BARRAS POR LO QUE SE HIZO NECESARIO CONVERTIRLA EN UNA LÁMINA DELGADA. POR ELLO, SE TRANSFORMÓ PRIMERO EN ESFERA PARA SUBIR LA TEMPERATURA DE LA MISMA. EL PESO APROXIMADO DE LAS BARRAS DE CERA ES 5.1 GR



LA SUPERFICIE DE LA MATRIZ FUE PREVIAMENTE ENGRASADA PARA FACILITAR EL DESMOLDE, EN ESTE CASO SE USÓ CREMA DE MANOS. UNA VEZ CONVERTIDA LA CERA EN ESFERA, SE OBTUVO LA LÁMINA Y APROVECHANDO EL CALOR TRANSMITIDO POR LAS MANOS, SE COLOCÓ SOBRE LA FIGURA TALLADA Y SE HIZO PRESIÓN, TENIENDO CUIDADO DE NO DEJAR AIRE Y DE NO EJERCER EXCESIVA PRESIÓN QUE ROMPIERA LA LÁMINA.



LA LAMINA QUEDÓ DEL MENOR GROSOR POSIBLE, LUEGO QUE LAS PIEZAS ENCONTRADAS DEMUESTRAN UN GROSOR NO MAYOR DE 5 MM. UNA VEZ SE TERMINÓ DE REALIZAR LA IMPRESIÓN DE TODA LA FIGURA, SE AGREGÓ EL EMBUDO Y EL RESPIRADOR.

MEDIANTE UN ELEMENTO CORTANTE, SE RETIRÓ LOS SOBRESANTES DE CERA DE LA FIGURA. PASO SEGUIDO, CON MUCHA PRECAUCIÓN SE RETIRÓ LA LÁMINA DE CERA IMPRESA DE LA MATRIZ LÍTICA. LA LÁMINA DE CERA PESA SEGÚN SU FORMA IMPRESA; PARA LA FIGURA ANTROPOMORFA ES DE 2.4 GR, PARA LA ZOOMORFA ES DE 2.2 GR Y PARA LA ALADA ES 1.5 GR.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

ES NECESARIO REALIZAR UN PREVIO CALENTAMIENTO DE LA CERA CON LAS MANOS PARA ACTIVAR SU DUCTILIDAD.

PARA REALIZAR LA IMPRESIÓN EN LAMINA DE CERA NO SE DEBE HACER DEMASIADA PRESIÓN AL MOMENTO DE ADELGAZARLA, DEBIDO QUE EL EXCESO DE FUERZA PUEDE ROMPER O GENERAR GRIETAS QUE IMPOSIBILITAN LA PERFECTA IMPRESIÓN.

AL RETIRAR LA LAMINA IMPRESA DE LA MATRIZ, SE DEBE HACER LENTAMENTE SIN HALAR DE ELLA YA QUE PROVOCARÍA QUE LA PIEZA PERDIERA SU FORMA.

EL RECORTE DE LAS LAMINAS DE CERA DEBE HACERSE SOBRE LA MATRIZ LÍTICA, PARA EVITAR LA PERDIDA DE LA IMPRESIÓN .

# CERA DE ABEJA ANGELITITA

CON LA AYUDA DE LA COMPAÑÍA CAMPO COLOMBIA, QUE SE DEDICA A LA CONSERVACIÓN DE ABEJAS NATIVAS SIN AGUIJÓN, SE LOGRÓ LA OBTENCIÓN DE 2 ESFERAS DE CERA DE ABEJA ANGELITITA DE APROXIMADOS 10 Y 11 GRAMOS CADA UNA.



## 4. PROTOCOLO CERA ABEJAS.

MATERIAS PRIMAS.

### A. OBTENCIÓN DE LA CERA.

SE REALIZÓ UNA VISITA AL SANTUARIO DE ABEJAS LLAMADO AYNÍ; UBICADO EN LA VEREDA LA ESPERANZA, DEL MUNICIPIO DE LA MESA CUNDINAMARCA, COLOMBIA.

LAS ABEJAS SE ENCONTRARON EN PANALES CONSTRUIDOS POR LOS CONSERVADORES.





ESTOS PANALES ESTÁN DISEÑADOS CON TRES COMPARTIMENTOS PARA ACCEDER AL PRODUCTO NECESARIO SEA: CERA, POLEN O MIEL.



LOS POTES SON LAS CAVIDADES CONSTRUIDAS POR LAS ABEJAS PARA LA RECOLECCIÓN DE MIEL O POLEN, ESTOS SON CONSTRUIDOS EN CERA.

PARA OBTENER LA CERA SE DEJÓ ESCURRIR LA MIEL O POLEN DEPENDIENDO DEL COMPARTIMENTO. UNA VEZ SE DESOCUPA LOS POTES, SE COMPACTA LA CERA FORMANDO UN ESFERA.

## B. CONSTRUCCIÓN DE LÁMINAS

SE ENGRASO PREVIAMENTE LA MATRIZ  
CON CREMA PARA MANOS.

SE CALENTÓ LA CERA ANGELITA CON LAS  
MANOS, CON MAYOR DIFICULTAD QUE LA  
CERA ÚTILITY, SE IMPRIMIÓ EN LA MATRIZ  
USANDO INICIALMENTE LA PRESIÓN DE  
LOS DEDOS.

POSTERIORMENTE, SE USARON HERRAMIENTAS  
DE REPUJADO EMPLEADAS EN EL MANEJO DE  
PASTA CERÁMICA PARA LA DEFINICIÓN DE  
LA FIGURA.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

LAS LAMINAS DE CERA DEBEN SER DE MAS DE 2MM DE GROSOR, PARA QUE EL MATERIAL DE FUNDICIÓN ENTRE CON LIBERTAD AL MOLDE.

LOS EMBUDOS DEBEN SER DE FORMA CONICA Y DE MAYOR TAMAÑO.

EL RESPIRADOR DEBE POSICIONARSE EN LA PARTE SUPERIOR DE LA FIGURA , PARA OPTIMIZAR LA ENTRADA DE MATERIAL .

# OVOIDES.

UNA VEZ SE REALIZÓ LA TRANSFORMACIÓN DE MATERIAS PRIMAS, SE PROCEDIÓ A REALIZAR EL RECUBRIMIENTO CERÁMICO PARA LAS LÁMINAS DE CERA: OVOIDES; ESTA ETAPA ES LA REUNIÓN DE TODAS LAS MATERIAS PRIMAS TRANSFORMADAS.

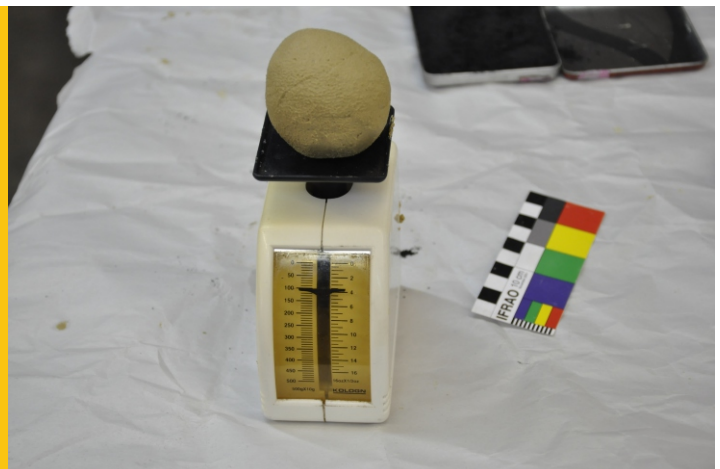
## 6. CONSTRUCCIÓN OVOIDES

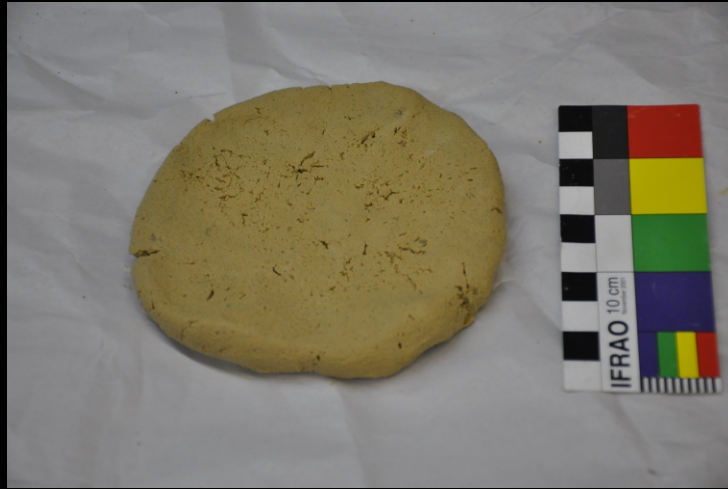
UNIÓN MATERIAS PRIMAS.



LAS LÁMINAS DE CERA CON  
EMBUDOS FUERON SUMERGIDAS EN  
UNA CAMA DE CARBÓN

SE HIZO ESFERAS DE PASTA  
CERÁMICA DE 10 GRM PARA  
LA FIGURA ANTROPOMORFA,  
8 GRM PARA ZOOMORFA Y  
5 GRM PARA ALADA





LA ESFERA FUE APLANADA FORMANDO UNA FIGURA PLANA DE FORMA REDONDA. LUEGO, SE COLOCÓ EN EL CENTRO DE LA PASTA CERÁMICA.

CON LA PASTA QUE QUEDA ALREDEDOR DE LA LÁMINA, SE RECUBRIÓ LA MISMA TENIENDO EN CUENTA DE NO DEJAR GRIETAS CON LA AYUDA DE AGUA. CADA OVOIDE FUE MARCADO PARA SABER QUE PIEZA CONTENÍA.



SE DEJÓ SECAR DURANTE DOS SEMANAS



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

ES NECESARIO RASPAR LAS GRIETAS QUE APARECEN EN LAS SUPERFICIES DE LOS OVOIDES, PARA VERIFICAR LA PROFUNDIDAD DE LA MISMA. DE SER MUY PROFUNDA DEBE SER RECUBIERTA CON PASTA CERÁMICA Y ASÍ EVITAR LA FRACTURA DE LA PIEZA EN EL HORNO.

LA MEZCLA DEBE ESTAR HÚMEDA AL MOMENTO DE CERRAR EL OVOIDE PARA EVITAR GRIETAS EN LA MISMA.

# HORNEADO.

CON LA AYUDA DEL MAESTRO EN ARTES PLÁSTICAS RENE VIDAL, SE REALIZÓ LA ETAPA DE HORNEADO CON EL FIN DE CONVERTIR LA PASTA CERÁMICA EN CERÁMICA.

## 7. PROCESO HORNEADO.

---

UNIÓN MATERIAS PRIMAS.

SE USÓ UN HORNO ELÉCTRICO CON LA CAPACIDAD DE QUEMADO DE 1, 1/2MT Y DE TEMPERATURA DE 1200.°



## PROCESO HORNEADO.

---

PRIMER QUEMA.



SE COLOCARON A HORNEAR 9 PIEZAS, 3 DE CADA UNA DE LAS FIGURAS REALIZADAS.



SE EMPLEARON 5 RAMPAS DE COCCIÓN DE LA SIGUIENTE MANERA:

1. 1 HORA PARA SUBIR LA TEMPERATURA A  $90^{\circ}$ , SE MANTUVO 15 MIN EN ESTÁ.
2. 1 HORA EN SUBIR A  $200^{\circ}$ , SE MANTUVO 15 MIN EN ESTÁ.
3. 1 HORA EN SUBIR A  $550^{\circ}$ , SE MANTUVO 15 MIN.
4. 1 HORA 30 MIN EN SUBIR A  $750^{\circ}$ , SE MANTUVO 15 MIN.
5. 1 HORA 50 MIN EN SUBIR A  $950^{\circ}$ , SE MANTUVO 15 MIN Y SE APAGÓ.

LA QUEMA TERMINO A LAS 7 HORAS Y 20 MIN. EL HORNO SE DEJÓ ENFRIAR DURANTE 1 DÍA.

AL ABRIR EL HORNO LAS PIEZAS NO PRESENTARON FRACTURAS, EL COLOR DE LA PIEZA SE TORNÓ A PASTEL CLARO



## PROCESO HORNEADO.

---

SEGUNDA QUEMA.



EN LA BÚSQUEDA DE CREAR UNA RÉPLICA PERFECTA DE LA FIGURA TALLADA, EL MAESTRO RECOMENDÓ EL USÓ DE BARBOTINA.

USANDO MOLDES CERÁMICOS DE Poca PROFUNDIDAD, SE VERTIÓ BARBOTINA CREANDO UNA CAMA PARA LA LÁMINA DE CERA.

UNA VEZ SECA LA SUPERFICIE, SE COLOCÓ LA LÁMINA TENIENDO CUIDADO DE PLASMAR BIEN LA FIGURA.



LUEGO, SE VERTIÓ BARBOTINA SOBRE LA LÁMINA.



SE DEJÓ SECAR DURANTE UN DÍA Y SE ADICIONÓ MÁS BARBOTINA PARA CREAR SÓLIDOS EN EL RECUBRIMIENTO.

SE DEJÓ SECAR POR 1 SEMANA Y POSTERIORMENTE SE METIÓ EN EL HORNO.



# PROCESO HORNEADO.

## TERCERA QUEMA.



CON LAS FIGURAS DE CERA DE ABEJA ANGELITA, SE REALIZARON MOLDES EN BARBOTINA PARA VERIFICAR EL COMPORTAMIENTO DE ESTE TIPO DE CERA USADO POR LOS MUISCAS. EN LOS MOLDES DE YESO SE COLOCÓ UNA CAPA DE PASTA CERÁMICA, SE VERTIÓ BARBOTINA Y SE DEJÓ SECAR HASTA CREAR UNA CAPA SÓLIDA.



SE LE COLOCÓ A LAS LÁMINAS DE CERA DE ABEJA ANGELITA EMBUDOS MUCHO MÁS GRANDES QUE LOS HECHOS EN EL EXPERIMENTOS CON CERA UTILITY Y LOS RESPIRADORES SE UBICARON A LA ALTURA DE LOS HOMBROS DE LAS FIGURAS.



UNA VEZ LA CAPA DE BARBOTINA SE SOLIDIFICÓ, SE COLOCARON LAS LÁMINAS DE CERA.

SE RECUBRIERON LAS LÁMINAS DE CERA CON BARBOTINA, USANDO COLADOR PARA EVITAR EL PASO DE IMPUREZAS AL MOLDE.



SE DEJÓ SECAR DURANTE UNA SEMANA Y POSTERIORMENTE SE LLEVA AL HORNO.



POSTERIORMENTE SE LLEVA AL HORNO Y SE TIENE  
COMO RESULTADO LOS SIGUIENTES MOLDES.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

EL USO DE LA ARENA DE RÍO ES RECOMENDABLE EN POCAS CANTIDADES, SE PUEDE ADICIONAR MÁXIMO 5% DEL PESO DEL OVOIDE YA QUE PUEDE GENERAR PULVERIZACIÓN EN LA PIEZA

SE PROPONE HACER PERFORACIONES AL REDEDOR DE LA SUPERFICIE DE LOS OVOIDES, PARA QUE TENGA MAS CONDUCTOS PARA EVACUAR EL AIRE AL MOMENTO DE INGRESAR EL METAL FUNDIDO.

ES NECESARIO REALIZAR LA COCCIÓN DE LOS OVOIDES PARA LOGRAR LA PERFECTA IMPRESIÓN DE LA LÁMINA DE CERA EN SU INTERIOR.

# FUNDICIÓN.

## 8. PROCESO FUNDICIÓN.

### PRIMER EXPERIMENTO

BAJO LA DUDA DE LO QUE SUCEDERÍA CON LA CERÁMICA AL INTENTAR VERTER EL MATERIAL PANDORA (VER ANEXO 2); SIN QUE ESTE CONTENEDOR SEA PREVIAMENTE CALENTADO, SE REALIZA EL SIGUIENTE EXPERIMENTO.



SE REALIZÓ UNA ESFERA DE CERÁMICA DE UN TAMAÑO NO MAYOR A 10 GRAMOS, SE LE DIO FORMA DE UNA CIRCUNFERENCIA PLANA Y SE INCRUSTO LA LÁMINA DE CERA. SE COLOCÓ PARA ESTE CASO COMO EMBUDO Y RESPIRADOR MATERIAL ORGÁNICO. CON LA CERÁMICA RESTANTE SE RECUBRIÓ LA LÁMINA EN SU TOTALIDAD, VERIFICANDO QUE NO QUEDARA CON GRIETAS. ESTE OVOIDE FUE IDENTIFICADO COMO NO1. DESPUÉS DE 2 MESES DE DEJAR SECAR EL OVOIDE NO1, SE REALIZÓ UNA PRUEBA SIN COCINAR LA CERÁMICA PARA MIRAR CÓMO SE COMPORTA EL METAL A FUNDIR PANDORA

AL OVOIDE No 1 SE LE RETIRO EL EMBUDO Y EL RESPIRADOR PARA VERTER LA PANDORA.



LOS ELEMENTOS USADOS FUERON:

- SOPLETE
- CUCHARAS DE CERÁMICA
- PANDORA
- BÓRAX
- OVOIDE No 1
- PISTOLA INFRARROJA



SE AÑADIÓ DOS CUCCHARADAS DE BÓRAX, PARA CREAR UNA CAPA REFRACTARIA EN EL CRISOL Y GENERAR MAYOR FLUIDEZ DEL MATERIAL AL CALOR DEL SOPLETE.



AL CALENTARSE EL BÓRAX, SE CONVIERTE EN LÍQUIDO Y RECUBRE LA SUPERFICIE DEL CRISOL. EL MATERIAL SOBRENTE DE BÓRAX FUE DESECHADO.

LA  
SE

CONVIRTIO EN CARBÓN.

SE CALENTÓ LA PANDORA, PERO POR LA INEFICIENCIA DEL SOPLETE, LA PANDORA SOLO ALCANZO 595 GRADOS DE TEMPERATURA; FUNDIENDO LOS GRAMOS DE PANDORA SOLO HASTA CONVERTIRSE EN ESFERA PERO NO AL PUNTO LÍQUIDO PARA VERTER. POR LO QUE SE TUVO QUE REALIZAR UN SEGUNDO EXPERIMENTO.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

SE NECESITA TRABAJAR TODO EL TIEMPO EN UNA SUPERFICIE FIJA PUESTO QUE EN ESTE EXPERIMENTO SE TRABAJO SIN MESA.

ES RECOMENDABLE UNA ESTRUCTURA QUE AYUDE A MANTENER LA TEMPERATURA DE FUNDICÓN.

EL ORIFICIO DEL EMBUDO DEBE SER AMPLIO PARA QUE EL METAL PUEDA INGRESAR DE UNA MANERA FLUIDA

SE NECESITA DE UN SOPLETE QUE ELEVE A MÁS TEMPERATURA PARA LOGARA FUNDIR EL METAL.

# PROCESO, FUNDICIÓN.

## SEGUNDO EXPERIMENTO

PARTIENDO DEL PRIMER EXPERIMENTO, SE CREAN DIFERENTES HIPÓTESIS ALREDEDOR DE LA FUNDICIÓN. ES POR ESO, QUE SE PRESENTA UN SEGUNDO EXPERIMENTO USANDO DOS SOPLETES Y CREANDO UNA ATMÓSFERA SIMILAR A LA DE UN HORNO. SE PESÓ EL HUEVO Y LOS GRAMOS DE PANDORA A FUNDIR, USANDO SOLO UN 10% DEL PESO DE HUEVOS.



### FUNDICIÓN PREVIA DE PANDORA.

SE CONSTRUYÓ UNA ESTRUCTURA CON LADRILLOS QUE PERMITIERA ACUMULAR LA MAYOR CANTIDAD DE CALOR Y ASÍ CREAR UNA ATMÓSFERA SIMILAR A LA DE UN HORNO. EN LA MITAD DE ESTA ESTRUCTURA, FUE PUESTA LA CUCHARA DE CERÁMICA CON LOS GRAMOS 3 GRAMOS DE PANDORA Y EL HUEVO PARA EVAPORAR LA CERA DE SU INTERIOR.



EN PRINCIPIO, LOS SOPLETES SE COLOCARON EN DIRECCIONES OPUESTAS, PERO AL VER COMO SE REPELABAN LAS LLAMAS, SE DECIDIÓ COLOCAR LOS SOPLETES EN LA MISMA DIRECCIÓN. DESPUÉS DE 40 MN, QUE LA PIEZA FUERA SOMETIDA AL CALOR DE LOS SOPLETES, EL METAL PANDORA PASO DE SOLIDO A ACUSO; DESPUÉS DE 20MN Y DE NO EVIDENCIAR CAMBIOS EN EL METAL SE DECIDIÓ VERTER EL METAL EN EL HUEVO. EL METAL ENTRA AL HUEVO PERO SOLO TOMA LA FORMA DEL EMBUDO, AL PARECER EL METAL SE ENFRÍA CON RAPIDEZ.



## FUNDICIÓN PANDORA EN GRAMOS

DESPUÉS DE EVIDENCIAR QUE EL METAL NO MANTIENE EL CALOR, SE DECIDIÓ CALENTARLO DENTRO DEL HUEVO PARA APROVECHAR LA MOVILIDAD QUE SE GENERARA POR EL CALOR.

SE PESÓ EL HUEVO Y LOS GRAMOS DE PANDORA A FUNDIR, USANDO SOLO UN 10% DEL PESO DE HUEVOS.





SE CALENTÓ EL HUEVO HASTA EVAPORAR LA CERA, DESPUÉS DE 20 MN SE FIJÓ EL HUEVO Y SE COLOCÓ 3 GRAMOS DE PANDORA NECESARIOS SEGÚN LAS PIEZAS. USANDO UN SOPLETE FIJO SE COMENZÓ LA FUNDICIÓN, AL CABO DE 1 HORA EL HUEVO SE CAYÓ DE SU POSICIÓN Y EL METAL FUE EXPULSADO. EL MATERIAL ALCANZÓ A ENTRAR A LA PARTE DE LA FIGURA SIN FORMAR NINGUNA Y SIN ESTAR COMPLETAMENTE HOMOGÉNEO. SE INTENTÓ SEGUIR CALENTANDO EL METAL, PERO DESPUÉS DE 30 MN EL ÉSTE NO PRESENTA NINGÚN CAMBIO. EL HUEVO PRESENTÓ UN APARENTE SELLAMIENTO.

# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

NO SE PUEDE LOGRAR UNA TEMPERATURA MUY ALTA PARA FUNDIR DE MANERA ADECUADA EL METAL QUE SE ESTA USANDO, PARA ESTE CASO ES PANDORA. ÉSTE METAL NO LLEGA AL ESTADO LÍQUIDO TAN SOLO SE LOGRA QUE SE UNAN LAS PARTÍCULAS DEL METAL Y SE CONVIERTA EN UNA ESFERA MUGHO MAS GRANDE PERD QUE NO FLUYE .

# PROCESO, FUNDICIÓN.

## TERCER EXPERIMENTO

CON LA NECESIDAD DE MANTENER LA MATERIAL PANDORA EN LA TEMPERATURA DE FUNDICIÓN Y QUE DE ESA FORMA PUEDA FLUIR POR TODA LA PIEZA. SE ACUDIÓ A UN TALLER DE FUNDICIÓN DE ZAMAK FICHA TÉCNICA (ANEXO 3). A PESAR QUE ESTE MATERIAL FUNDE A  $600^{\circ}$ , ESTE MATERIAL EN ESTE TALLER SE MANTIENE A SU TEMPERATURA DENTRO DE UN HORNO, OBJETIVO DE ESTE EXPERIMENTO.



EN PRINCIPIO SE DEJA CALENTAR EL HUEVO HASTA EVAPORAR LA GERA, DESPUÉS DE 20 MIN SE COLOCA FIJO PARA EL VERTIMIENTO DEL ZAMAK.



SE VERTIÓ Y DESPUÉS DE 5 MIN SE ROMPIÓ EL HUEVO, LA FIGURA QUE FORMO FUE LA DEL EMBUDO Y DEL RESPIRADOR, PERO LA FIGURA NO FUE DEFINIDA

EN SEGUNDA ESTANCIA, SE TAPA EL RESPIRADOR CON LA HIPÓTESIS QUE EL MATERIAL ESTUVIERA SALIENDO DIRECTO POR ESTE CONDUCTO. NUEVAMENTE SE CALENTÓ EL HUEVO, SE VERTIÓ EL METAL Y SE ROMPIÓ; AL VERIFICAR LA PIEZA SE EVIDENCIA EXACTAMENTE LO MISMO QUE LA PIEZA ANTERIOR, NO SE DEFINE LA FIGURA.



POR LO QUE SE DECIDIÓ CORTAR UN HUEVO LONGITUDINALMENTE USANDO UNA SEGUETA, CON EL FIN DE MIRAR LA FORMA DENTRO DEL HUEVO.

DESPUÉS DE CALENTAR LA CERA,  
LA CERÁMICA NO PRESENTA  
NINGUNA IMPRESIÓN.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

EL MATERIAL FUNDIDO AL SER VERTIDO EN EL OVOIDE SALE DIRECTO POR EL RESPIRADERO YA QUE ESTA EN LA PARTE INFERIOR DEL OVOIDE LO QUE NO PERMITE QUE SE PUELA LOGRAR LA PIEZA.

AL VER EL INTERIOR DE UN OVOIDE SE PUEDE EVIDENCIAR QUE LA FIGURA EN CERA NO ESTA EN LA MISMA FORMA QUE SE OBTUVO AL INICIO, SE PIENSA QUE AL MOMENTO DE CUBRIRLA CON LA PASTA CERÁMICA PARA FORMAR EL OVOIDE ÉSTA PIERDE LA FORMA POR LA FUERZA QUE SE HACE AL COMPRIMIR LA PASTA CERÁMICA.

# PROCESO, FUNDICIÓN.

## CUARTO EXPERIMENTO



UNA VEZ SALIERON LOS OVOIDES COCINADOS, SE CORTARON LONGITUDINALMENTE PARA VERIFICAR LA IMPRESIÓN DE LA LÁMINA DE CERA EN LA CERÁMICA.

SE EVIDENCIO UNA IMPRESIÓN MÁS PRECISA QUE LA ENCONTRADA EN LOS OVOIDES SIN COCINAR.



TENIENDO LOS OVOIDES COCINADOS;  
SE FUNDIÓ MATERIAL ZAMAK QUE PRESENTA  
UN GRADO MENOR DE FUNDICIÓN. LA CANTIDAD  
USADA EN PRINCIPIO FUE DE 71.7 GR



EN TOTAL SE PRACTICA LA PRUEBA A 3 OVOIDES COCINADOS Y UNO SIN COCINAR.

EN TODOS LOS OVOIDES SE COLOCÓ UN TORNILLO EN EL LUGAR DEL RESPIRADOR QUE LO TAPAR Y ASÍ CONTROLAR LA PERMANENCIA DEL MATERIAL DENTRO DEL RECIPIENTE..



SE VERTIÓ EL MATERIAL EN LOS TRES HUEVOS EN MOMENTOS DIFERENTES.



SE REALIZARON TOQUES A LOS HUEVOS CON EL MATERIAL PARA QUE ESTE ENTRARA EN TODOS LOS LUGARES NECESARIOS



SE RETIRÓ EL TORNILLO SUJETADO EN EL CONDUCTO DEL RESPIRADOR



DESPUÉS DE DEJAR ENFRIAR EL MATERIAL POR 10 MIN, SE ROMPIERON LOS OVOIDES PARA RECOGER LA PIEZA FORMADA.



OVOIDE 1.



OVOIDE 2.



OVOIDE 3.



POR ÚLTIMO, SE USÓ EL OVOIDE SIN COCINAR. SE DEJÓ CALENTAR CON EL SOPLETE HASTA DERRETIR LA CERA



SE VERTIÓ EL MATERIAL, PERO SE EVIDENCIA EL TAPONAMIENTO DEL MATERIAL



AL MOMENTO DE INTENTAR SER QUEBRADO SE DESHACEN LAS MANOS DE UNO DE LOS INVESTIGADORES



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

SE EVIDENCIA QUE, QUIEN REALIZA EL PROCESO DE FUNDICIÓN NECESITA TENER CONOCIMIENTO DEL MANEJO DE METALES PARA ASÍ LOGRAR IDENTIFICAR IMPUREZAS Y REALIZAR LOS PASOS CORRESPONDIENTES PARA DESECHARLAS, EN ESTE EXPERIMENTO SE UTILIZÓ BÓRAX PARA ELIMINAR ESTAS IMPUREZAS DEL METAL USADO.

ES NECESARIO TAPAR EL ORIFICIO DEL RESPIRADERO EN ESTE CASO FUE CON UN TORNILLO, PARA EL MATERIAL FUNDIDO NO SALIERA POR ÉSTE.

# PROCESO, FUNDICIÓN

---

## QUINTO EXPERIMENTO

CON LOS MOLDES REALIZADOS EN BARBOTINA, SE REALIZÓ FUNDICIÓN CON ZAMAK. LA IDEA ES VERIFICAR LA COPIA PERFECTA DE LA LÁMINA DE CERA.



SE CALENTÓ EL MATERIAL ZAMAK Y SE VERTIÓ EN EL MOLDE CONSTRUIDO CON BARBOTINA. CUANDO EL MATERIAL SALIÓ POR EL RESPIRADOR, SE DEJÓ DE VERTER.



SE DEJÓ SECAR JUNTO CON OVOIDES CON ZAMAK.



USANDO UN MARTILLO, SE ROMPIÓ EL MOLDE HECHO CON BARBOTINA.



LA IMPRESIÓN QUE SE LOGRA CON LA UNIÓN DE CERA Y BARBOTINA; SE EVIDENCIA QUE LA PRECISIÓN DE LA IMPRESIÓN TIENE MAYOR EXACTITUD QUE LOS OVOIDES. SIN EMBARGO, EL MATERIAL FLUYE CON RAPIDEZ A BUSCAR EL RESPIRADOR Y MARCA SOLO LA MITAD DE LA FIGURA..



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

ES NECESARIO REALIZAR DOS RESPIRADEROS PARA QUE EL MATERIAL FLUYA MEJOR Y EQUIDISTANTE PARA QUE PUEDA TOMAR LA FORMA DE LA PIEZA.

EN ESTE EXPERIMENTO SE EVIDENCIA QUE EL OVOIDE EN BARBOTINA COPIA DE UNA MANERA MAS DETALLADA LA FIGURA EN CERA.

# PROCESO, FUNDICIÓN

## SEXTO EXPERIMENTO



EN LA BÚSQUEDA DE ELEVAR EL MATERIAL PANDORA A  $800^{\circ}\text{C}$ , EL TALLER DE METALURGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y CON LA AYUDA DEL SEÑOR WILLIAM, SE LOGRÓ REALIZAR EL PROCESO DE LA SIGUIENTE MANERA:

USANDO UN HORNO MEDIANO PARA CERÁMICA, SE PRECALENTÓ LOS MOLDES EN BARBOTINA A  $450^{\circ}\text{C}$ , PARA QUE, AL MOMENTO DE VERTER EL MATERIAL, EL CHOQUE TÉRMICO NO PRODUJERA NI TAPONAMIENTO, NI ESTALLIDO DE LA PIEZA CERÁMICA.

SE USARON 33 GR DE PANDORA,  
PARA ESTA FUNDICIÓN.



SE AGREGÓ EL MATERIAL A LA CUCHARA DE CERÁMICA, SE CALENTÓ CON EL SOPLETE, DESPUÉS DE 2 MIN SE AGREGÓ DOS PISCAS DE BÓRAX, PARA PURIFICAR LA MEZCLA; YA QUE POR SER LA PANDORA UNA ALEACIÓN PRESENTA MUCHAS IMPUREZAS. LAS IMPUREZAS SE RETIRARON CON CUCHARA.



SE SACÓ SOLO UNA PIEZA DEL HORNO USANDO PINZAS.



UNA VEZ LA PANDORA SE CONVIRTIÓ EN LIQUIDA, SE VERTIÓ EN LOS MOLDES DE BARBOTINA.



A PESAR DE EVITAR EL CHOQUE TÉRMICO, EL MATERIAL NO FLUYE, SE ENFRÍA CON RAPIDEZ Y NO LOGRA FORMAR NINGUNA FIGURA.



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

EN ESTE EXPERIMENTO SE EVIDENCIA QUE EL PUNTO DE FUSIÓN DE LA PANDORA ES MÁS ALTO DEL QUE SE ESTABA USANDO Y FUERON NECESARIOS DOS COMPONENTES GAS PROPANO Y OXIGENO PARA LOGRAR MAYOR TEMPERATURA EN EL METAL.

LA PANDORA LLEGA AL PUNTO LÍQUIDO PERO AL MOMENTO DE ENTRAR EN CONTACTO CON EL EL CHOQUE TÉRMICO HACE QUE EL METAL SE ENDUREZCA Y NO FLUYA, ESTO SE EVIDENCIA INCLUSO DESPUÉS DE CALENTAR EL OVOIDE A UNA TEMPERATURA DE 450 GRADOS.

# PROCESO, FUNDICIÓN.

## SÉPTIMO EXPERIMENTO



HABIENDO COMPROBADO EL COMPORTAMIENTO DE LA PANDORA, SE DECIDIÓ QUE EL METAL A VERTER SERIA ZAMAK EN LOS 6 MOLDES DE BARBOTINA. SE PERFORO CON BROCA LOS MOLDES.

SE CALENTÓ EL MATERIAL Y SE AGREGARON DOS CUCHARAS DE BÓRAX PARA PURIFICAR LA ALEACIÓN, SE RETIRARON LAS IMPUREZAS FLOTANTES.  
SE VIERTE EL MATERIAL EN LOS MOLDES DE BARBOTINA.



SE COLOCARON EN VERTICAL PARA FACILITAR EL FLUJO DEL MATERIAL DESPUÉS DE SER VERTIDO.



A UN MOLDE SE LE REALIZÓ UNA PERFORACIÓN EN UNA ESQUINA PARA COLOCARLE UN ALAMBRE. ESTE ALAMBRE PERMITIÓ EL MOVIMIENTO CENTRÍPETO DE LA PIEZA PARA INTENTAR QUE EL MATERIAL OCUPARA TODO EL ESPACIO DE LA FIGURA.

EL MOLDE NO FORMÓ NINGUNA FIGURA.



EL RESULTADO FUE EL SIGUIENTE:



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

ES NECESARIO HACER PEQUEÑAS PERFORACIONES COMO FUNCIÓN DE RESPIRADEROS PARA QUE AL ENTRAR EL METAL EN EL OVOIDE FUERA MAS FÁCIL LA EXPULSIÓN DEL AIRE QUE ES ENCUENTRA EN SU INTERIOR.

EL GROSOR DE LA FIGURA EN CERA DEBE SER UN POCO MÁS GRUESA PARA QUE FACILITE LA FLUIDEZ DEL METAL POR TODA LA PIEZA SIN DEJAR VACÍOS.

# PROCESO, FUNDICIÓN.

## OCTAVO EXPERIMENTO

USANDO LOS MOLDES EN BARBOTINA Y CON CERA DE ABEJA ANGELITA QUE FUERON HORNEADOS EN LA ÚLTIMA QUEMA. SE REALIZÓ EL ÚLTIMO EXPERIMENTO DE FUNDICIÓN USANDO ZAMAK COMO METAL. LOS MOLDES CON BARBOTINA Y CERA ANGELITA ERAN 3, PARA ESTE EXPERIMENTO SE USARON 2.



SE SOPLÓ LOS EMBUDOS  
PARA ELIMINAR IMPUREZAS.

SE CALENTÓ EL MATERIAL Y SE VERTIÓ



SE DEJÓ EN POSICIÓN VERTICAL



SE ROMPIÓ EL MOLDE



LA FIGURA LOGRADA  
FUÉ:



# APORTES

## ACIERTOS - DIFICULTADES

ES NECESARIO HACER PEQUEÑAS PERFORACIONES COMO FUNCIÓN DE RESPIRADEROS PARA QUE AL ENTRAR EL METAL EN EL OVOIDE FUERA MAS FÁCIL LA EXPULSIÓN DEL AIRE QUE ES ENCUENTRA EN SU INTERIOR.

EL GROSOR DE LA FIGURA EN CERA DEBE SER UN POCO MÁS GRUESA PARA QUE FACILITE LA FLUIDEZ DEL METAL POR TODA LA PIEZA SIN DEJAR VACÍOS.

## CAPITULO 3

### LA METALURGIA PREHISPANICA: PATRIMONIO DE TODOS

En el proceso técnico de la cadena operatoria para cera perdida, se evidenciaron subprocesos necesarios para determinar la calidad y función de los materiales usados en la misma. Estos subprocesos son unificados en la técnica, convirtiéndola en una serie de habilidades en torno a lo que rodea un grupo social.

*“En el mundo antiguo, la técnica llevaba el nombre de “techne” y se refería, no solo a la habilidad para el hacer y el saber-hacer del obrero manual, sino también al arte. De este origen se rescata la idea de la técnica como el saber-hacer, que surge en forma empírica o artesana”* (Ministerio de Educación Nacional., 2008).

Por lo anterior, la técnica implicaba que el individuo que la desarrollaba debía saber no solo el proceso final, sino conocer de materiales y acerca de su manipulación, con el fin de tener un producto exitoso; esto permite inferir el uso racional y determinado de los saberes allí encontrados, que le implicaban más que hacer, un saber-hacer.

El manejo de la metalurgia se ha realizado desde siglos atrás, por diferentes grupos sociales, que a su vez usaron otros tipos de técnicas supeditadas a sus contextos (Véase capítulo 1). Entre estas técnicas se encuentra la de Cera Perdida con Matriz lítica, el martillado, el templado, el repujado y la fundición, todas desarrolladas por los Muiscas, que implicaba el conocimiento de varias formas de manejo en diferentes tipos de materiales en dicho proceso (la construcción de técnicas en torno al manejo de materiales y su transformación), por último se hace un análisis más detallado de la cera perdida con matriz lítica que es la elegida como tema a tratar en el grupo investigativo. Destacando algunos de

los manejos de materiales usados en la Cera Perdida están: el manejo de la arcilla, para convertirla en pasta cerámica, el manejo de madera transformándola en carbón del que posteriormente se genera polvo de carbón, la obtención y selección de cera de abeja angelita, el manejo con las rocas en especial lidita; siendo una de sus usos finales las matrices líticas.

Para la guía 30 “*Orientaciones generales para la educación en tecnología, ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo!*” del Ministerio de Educación Nacional, la tecnología es más que un simple artefacto y la componen tres elementos: artefactos, procesos y sistemas. Los procesos son definidos como: “fases sucesivas de operaciones que permiten la transformación de recursos y situaciones para lograr objetivos y desarrollar productos y servicios esperados” (Ministerio de Educación Nacional., 2008). Es en este componente donde la técnica de cera perdida, se ve representada como un desarrollo tecnológico, pues se requerían de una serie de pasos para llegar a el resultado final, para este caso piezas metalúrgicas. También, esta técnica evidencia un plan de desarrollo que requería de un previo estudio que permitía entender el entorno y transformarlo “involucran actividades de diseño, planificación, logística, manufactura, mantenimiento, metrología, evaluación, calidad y control. Los procesos pueden ilustrarse en áreas y grados de complejidad tan diversos como la confección de prendas de vestir y la industria petroquímica” (Ministerio de Educación Nacional., 2008). Dentro de la tecnología se evidencia diferentes procesos mentales, sin embargo, el desarrollo de habilidades que transformen su entorno es el factor común. Lo anterior deja en evidencia no solo en el desarrollo de tecnología, sino que demuestra que la sociedad Muisca no era un grupo humano primitivo.

La innovación “implica introducir cambios para mejorar artefactos, procesos y sistemas existentes que incide de manera significativa en el desarrollo de productos y servicios. Implica tomar una idea y llevarla a la práctica para su utilización efectiva por parte de la sociedad” (Ministerio de Educación Nacional., 2008), se puede evidenciar que tenían un nivel de innovación al tener tantos procesos técnicos y cada uno de ellos respondía a una necesidad diferente; uno de los resultados de lo anterior dicho son las réplicas idénticas de una pieza que secuencialmente generaban niveles jerárquicos dentro del grupo social, y por lo tanto debían ser desarrolladas con perfección o de lo contrario serían desechadas; esto es un punto clave en la demostración de innovación en sus procesos ya que hay destrezas en la manipulación de su entorno, además de demostrar su nivel técnico en cada uno de los elementos manipulados.

Uno de los puntos que se maneja en tecnología es la solución de problemas, que interviene directamente el entorno individual o colectivo de los sujetos, esto conlleva a el cambio del contexto haciéndolo apto para las necesidades establecidas, “Además del estudio de conceptos como el diseño, los materiales, los sistemas tecnológicos, las fuentes de energía y los procesos productivos, la evaluación de las transformaciones que produce la tecnología en el entorno deben ser parte esencial de su enseñanza.” (Ministerio de Educación Nacional., 2008), Si bien en el grupo social Muisca no manejaban conceptos como: diseño, sistemas tecnológicos, fuentes de energía y procesos productivos, debido a que son conceptos elaborados hace relativamente poco tiempo; los conceptos se encuentran implícitos en cada uno de los pasos de la cadena operatoria y se observan por el nivel de experticia en el desarrollo de cada uno de los procesos.

Se reconoce conceptos como técnica, procesos, innovación y solución de problemas dentro de la educación en tecnología y paralelamente en la técnica de Cera Perdida de los Muisca, entonces ¿porqué no realizar una asociación entre estas estructuras? Esta unión permitiría no solo llevar una visión distinta de la tecnología a las aulas, sino a la reconstrucción o construcción de raíces culturales. Las dos posibilidades desencadenan un mejoramiento en la calidad del entorno, tanto en individual como en colectivo. Pretendiendo entonces que la cadena operatoria de la técnica de cera perdida de los muisca llegue a las aulas como una herramienta en la educación en tecnología, se realiza a continuación una comparación de los conceptos usados por el ministerio de educación en el documento guía 30 y los conceptos desarrollados por el grupo de investigación.

Uno de los procesos importantes en el desarrollo Muisca, fue la apropiación y el uso de los diferentes artefactos que estaban en su medio; permitiendo inferir el arduo y complejo proceso de selección de herramientas y materiales a través de procesos de “ensayo-error”, habiendo incorporado y manejado los conceptos se presume que ejercían una enseñanza por medio de la oralidad a las siguientes generaciones, pues muchos de estos procesos requieren en la actualidad y con el manejo de maquinaria de largos tiempos, en cambio se presume que con la transmisión oral de la técnica se podrían haber logrado el enriquecimiento de la misma.

La guía 30 es la orientación en educación en tecnología en Colombia, tiene cuatro componentes que se conectan entre si y son necesarios para comprender la educación en tecnología, dichos componentes son: Naturaleza y Evolución de la Tecnología, Apropiación y Uso de la Tecnología, Solución de Problemas con Tecnología y Tecnología y Sociedad, cada uno de estos componentes le da un acercamiento a la sociedad de la tecnología.

Se organiza por ciclos, componentes, competencias y desempeños, las competencias hablan acerca de las habilidades a adquirir por cada sujeto en el proceso de aprendizaje, dentro de las competencias se plantean desempeños que están orientados hacia los objetivos a cumplir por los estudiantes.

Teniendo en cuenta el desarrollo del grupo de investigación, el componente que respalda el proceso recreado entorno a la construcción del proceso de cera perdida con matriz lítica, es el de naturaleza y evolución de la tecnología, lo cual indica que : “Se refiere a las características y objetivos de la tecnología, a sus conceptos fundamentales (sistema, componente, estructura, función, recurso, optimización, proceso, etc.), a sus relaciones con otras disciplinas y al reconocimiento de su evolución a través de la historia y la cultura” (Ministerio de Educación Nacional., 2008), este objetivo se acerca a lo que se planteó en el desarrollo del proceso investigativo, pues es el manejo de conceptos tecnológicos como estructura o recurso, también converge distintas disciplinas, además que reconstruye historia y cultura. Al mismo tiempo brinda un acercamiento en los procesos desarrollados por una tribu precolombina.

Uno de los elementos importantes que hay en tecnología es el reconocimiento de los diferentes artefactos que hay en nuestro entorno, con la presente monografía se pueden ver elementos que se empleaban en un proceso ancestral, además de saber cómo es su manejo, teniendo en cuenta la serie de pasos que hay para obtener un resultado, “reconozco y describo la importancia de algunos artefactos en el desarrollo de actividades cotidianas en mi entorno y en el de mis antepasados” (Ministerio de Educación Nacional., 2008).

Otro de los elementos es la creación de artefactos para lograr sus resultados, si bien el resultado de la cera perdida era una pieza en fundición, falta ver que elementos actúan en

todo el proceso, para esto es necesario entender de donde obtienen los elementos, como lo es la roca, el oro, cobre. Es también importante entender como era el manejo de cada uno de los objetos para los resultados, con esto se trata de evidenciar la procedencia y el modo de empleo que puede llegar a tener cada uno de ellos.

En el proceso de la monografía se hablaba de un proceso técnico que estaba involucrado en la calidad de los productos, se hace referencia de un pensamiento técnico, por la complejidad de los resultados obtenidos, pero al pensar como un grupo humano, se evidencia que existe un proceso tecnológico de tan alta calidad que se construyó mucho antes del moderno concepto de tecnología. Uno de los componentes primordiales en el desarrollo de este proceso es el reconocimiento de su entorno y la transformación del mismo en pro a las necesidades propias del grupo humano. Lo anterior se expone en la talla de la roca donde se presenta simetría y también el grosor necesario de la lámina de cera impresa en la roca; estas entre otras muchas preguntas entorno a este tema. “Reconozco principios y conceptos propios de la tecnología, así como momentos de la historia que le han permitido al hombre transformar el entorno para resolver problemas y satisfacer necesidades” (Ministerio de Educación Nacional., 2008).

En el proceso de reconstrucción se observó el desarrollo tecnológico que proporciono los misticas desde su actualidad; lo que contrarresta el pensamiento moderno sobre la tecnología como un fin artefactual más que un proceso analítico y reflexivo entorno a esta solución a problemas. Esto abre la puerta a que los estudiantes manejen los conceptos tecnológicos para poder así dar un paso hacia el análisis y construcción de tecnologías. Es decir, si el sujeto maneja los conceptos necesarios para el análisis no solo

encontrará falencias, sino que reconocerá tecnologías en su entorno y porque no, generar tecnologías para su ambiente.

## **CAPITULO 4 CONCLUSIONES**

Esta investigación ha tenido como base la teoría que se ha desarrollado entorno a la Metalurgia Muisca, en específico la técnica de cera perdida con matriz lítica. En el transcurso del proceso se pueden evidenciar los vacíos en estas teorías, donde no se tiene claridad en cómo se podrían desarrollar algunos de las etapas intermedias del proceso para llegar a una pieza orfebre; tales como lo son la arcilla y su transformación hasta llevarla a cerámica para finalmente usarla como molde, los elementos utilizados para la realización de la lámina en cera, además de la técnica para tallar figuras en una roca, inquietudes a las cuales se les trato de dar respuesta.

Esta experimentación fue documentada en su totalidad (filmada, fotografiada y registrada), con el propósito de realizar análisis sobre las teorías principalmente desarrolladas por Stanley Long (Long, 2016) y Pérez de Barradas (Pérez de Barradas, 1958). Este análisis no sólo es expresado en este documento, sino es respaldado por conclusiones que serán expuestas en el presente capítulo.

Las conclusiones a las que se llegó durante este proceso de investigación, fue una construcción conjunta con expertos que ayudaron a pensar el problema y se encuentran referenciados a lo largo del documento.

Los resultados aquí presentes son el desarrollo de una investigación experimental, que buscaba reconstruir la técnica de cera perdida con matriz lítica realizando un análisis de la misma; teniendo como propósito resaltar la complejidad de este proceso y la importancia que llegue a las aulas.

Lo que se ha dicho teóricamente (bibliográficamente) no corresponde a lo que se puede hacer empleando los métodos prácticos y experimentales. La reconstrucción de la cadena operatoria evidencia que existen vacíos en las teorías estos han sido nombrados anteriormente, y que en los procesos hay complejidades mayores a las que inicialmente se había propuesto por este grupo de investigación. Al analizar los recursos (herramientas) usados en la época de esta cultura, se encontraron situaciones que aún son motivo de reflexión, como el manejo de altas temperaturas con el uso de un horno y sin la ayuda de fuelles.

Es evidente un altísimo nivel técnico en la cultura Muisca, no solamente en la construcción de la matriz lítica sino en todo el proceso de la fundición de cera perdida por matriz lítica. Las dimensiones de cada una de sus piezas, dejan ver la exactitud en la construcción de las figuras, donde se resalta la simetría de las mismas. Sobresale de igual modo la dosificación de materias primas (roca, oro, cobre, cera, arcilla, carbón), en la construcción de las piezas metalúrgicas. Todos estos detalles llevan a concluir que la evolución de la técnica pensada desde todos los elementos que se necesitaban para su desarrollo fue transmitida por décadas como un conocimiento entre los integrantes de esta cultura, permitiendo que fuera pensada desde diversos puntos y así lograr perfeccionarla con el pasar de los años.

Estos análisis técnicos son el resultado de un complejo nivel de pensamiento y, por lo tanto, de desarrollos técnicos elevados. En la elaboración de la matriz lítica, se hizo evidente que los orfebres tenían un alto control de la materia prima, sus características, propiedades, los procesos técnicos y las herramientas para realizar un trabajo eficiente en la producción de una figura detallada en la matriz de roca.

Es importante entender que el ovoide (ver protocolo de la cerámica) era cocinado para poder generar el proceso técnico. En el desarrollo del proceso se comprobó que la cocción de la

pasta cerámica es indispensable para la impresión de la figura en el molde, ya que al calentar el molde con la lámina de cera hace que la figura se pueda copiar de forma más efectiva y así lograr que el metal vertido tome la figura deseada.

Todo este trabajo técnico de los muiscas es necesario incorporarlo en el saber técnico de la escuela. Reconociendo la tecnología como el discurso que acompaña la técnica, se ve necesario el reconocimiento de esta técnica dentro de las aulas de tecnología permitiendo reivindicar este proceso tecnológico y a su vez poder fortalecer la identidad nacional.

Con lo anterior se quiere dejar en claro que la reconstrucción de la cadena operatoria de los Muiscas, no solo es una reivindicación a nuestras raíces culturales, necesarias para el desarrollo de identidad nacional, sino por la construcción del concepto de tecnología desligándolo de lo artefactual; usando como ejemplo una técnica ancestral nunca antes replicada y preguntada.

#### CADENA OPERATORIA (Long)

- Se prepara la lámina de cera.
- Se presiona la lámina sobre la matriz.
- Se cortan los bordes de la lámina de cera.
- Se prepara el embudo para que penetre el metal fundido y una chimenea o respiradero.
- Se reviste la lámina de cera con carbón fino y arcilla.
- Esto se cubre con una mezcla de carbón (más gruesa) de arcilla; abajo se aplana para obtener una base plana y se le adjunta el crisol.
- Se pone el metal en el crisol y se calienta el crisol-molde.
- Se rompe el molde y se saca el objeto fundido.
- Se quita el embudo y el respiradero.
- Se pule el objeto.

#### RECONSTRUCCIÓN

- Se calienta la cera con las manos.
- Se hace la lámina de cera.
- Se presiona la cera sobre la matriz de piedra.
- Se cortan los bordes de la lámina de cera.
- Se coloca el embudo en la parte superior de la pieza y el el respiradero a la latura superior de la pieza.
- Se sumerge la lámina de cera en carbon pulverizado.
- Se cubre la lámina con arcilla liquida (barbotina) haciendo un ovoide.
- Se cocina el ovoide.
- Se pone el metal en un crisol y se calienta.
- Se vierte el metal en el molde.
- Se rompe el molde y se saca el embudo del objeto fundido.
- Se pule el objeto.

El desarrollo de este trabajo evidencia que el docente de tecnología puede llevar estos temas al aula generando un conocimiento diferente al que comúnmente encontramos. Y reconocer la tecnología como proceso de transformación y técnicas, en donde se desarrolla una comprensión de estos procesos y cada uno de las etapas que se ven inmersas en ellos, y así por medio del método experimental desarrollar pensamientos críticos y reflexivos para crear un concepto propio.

Se puede ligar cultura Muisca y sus procesos de producción ancestrales en la actualidad con la educación en tecnología, ya que ésta es contemplada como una actividad humana que busca transformar el entorno de manera crítica, consciente, usando de forma eficiente y creativa los recursos además de sus conocimientos (Ministerio de Educación Nacional., 2008) tal como lo hacían nuestros ancestros en el desarrollo de sus técnicas.

Además de esto es importante el reconocimiento de la identidad y patrimonio nacional en el aula, transmitiendo con ello más que procesos tecnológicos, saberes que se han perdido con el pasar del tiempo; esto permitiría lograr entender las formas de pensar, actuar, y los procesos productivos de nuestros ancestros. También comprender por medio de actividades reflexivas que sus procesos fueron pioneros en la evolución de los desarrollos tecnológicos de la actualidad.

Finalmente, se puede concluir que la educación en tecnología puede ser un elemento interdisciplinar y una excusa para converger diversos conocimientos y conceptos, con el fin de transformar los pensamientos y crear nuevos conocimientos.

### **Campos de investigación hacia el futuro.**

Es necesario continuar con la experimentación, que permita dar respuestas a algunas de las inquietudes generadas en el desarrollo de esta investigación. Se piensa que es necesario hacer

una Maleta Taller (Ver anexo 4), para procesos pedagógicos y didácticos de la técnica de cera perdida con Matriz. Análisis de laboratorio (arqueometría) que permitan comparar si los procesos que se realizan son cercanos a los realizados por los Muisca.

## BIBLIOGRAFÍA

- Caicedo, P. (Enero-Diciembre de 1998). Instrumentos líticos y de metal utilizados en la manufactura de piezas metálicas conservadas en los museos. *Boletín Museo del Oro, No 44-45*.
- Cooke, R. G. (1985). El motivo del "Ave de las alas desplegadas" en la orfebrería de Panamá y Costa Rica. En U. d. Andes, *Metalurgia de América Precolombina* (págs. 137-168). Bogotá: Banco de la República.
- Falchetti, A. M. (15 de abril de 2016). *El poder simbólico de los metales: La Tumbaga y las transformaciones metalúrgicas*. Obtenido de <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/fian/article/view/5512/5769>
- Falchetti, A. M. (19 de 08 de 2016). *La tierra del oro y el cobre: parentesco e intercambio entre comunidades orfebres del norte de Colombia y áreas relacionadas*. Obtenido de Boletín del Museo del Oro: <http://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/6998/7244>
- Frasero, C. (2010). Estudio arqueometalúrgico de un taller de transformación de cobre y de aleaciones tumbaga en el sitio de huacas de Moche. *Bulletin de l'Institut francais d'études andines*, 38.
- Gonzalez, L. R. (2007). Recuerdos de Bronce. La metalurgia prehispanica tardia en el noroeste argentino. En R. L. Pérez, *Metalurgia en la América Antigua* (pág. 599). Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Hocquenghem, A. M. (2004). Una edad de Bronce en los Andes Centrales. Contribución a la elaboración de una historia ambiental. *Bulletin de l'Institut francais d'etudes andines*, 60.
- Hosler, D. (1985). Organización cultural de la Tecnología: Aleaciones de Cobre en Mexico Occidental Precolombino. En U. d. Andes, *Metalurgia de América Precolombina* (págs. 67-87). Bogotá: Banco de la República.
- Hourmousiadis, G. (2007). El hombre con el metal no hizo solamente herramientas, hizo historia. En R. L. P, *Metalurgia en La América Antigua. Teoría, arqueología, simbología y tecnología de los metales prehispanicos*. (págs. 17- 21). Bogotá: Fundación de investigaciones Arqueológicas Nacionales.
- Langebaek, C. (2008). Dos Teorías sobre el poder político entre los muiscas. Un debate a favor del diálogo. En J. Gamboa, *Los Muiscas en los Siglos XVI y XVII: Miradas desde la Arqueología, la antropología y la Historia* (pág. 30). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Langebaek, C. H. (N.E de 1973). Mercados, Poblamiento e Integración étnica entre Los Muiscas. En F. y. Plazas, *Localización del Territorio Muisca* (pág. 168). Bogotá: Banco de la República.
- Langebaek, C. (1987). *Persistencia de prácticas de orfebrería muisca en el siglo XV: en el caso de lenguazaque*. Bogotá.
- Langebaek, C. H. (1995). *Arqueología Regional en el territorio Muisca. Estudio de los valles de Fúquene y Susa*. Bogotá: Universidad de los Andes Departamento de Antropología.
- Lectman, H. (1996). El bronce y el horizonte medio. *Museo del Oro*, 24.

- LLanos, J. M. (s.f.). *Primer Taller Metalurgico Prehispanico excavado en Colombia siglos IX-XVI d.C.* Ibagué.
- LLeras, R. (2007). La metalurgia prehispánica en el norte de Suramérica: una visión de conjunto. En R. L. Pérez, *Metalurgia en la América Antigua* (pág. 32). Bogotá: Banco de la Republica.
- Long, S. (24 de 07 de 2016). *Boletín del Museo del Oro*. Obtenido de <http://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7093/7339>
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Orientaciones Generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología ¡una necesidad para el desarrollo!* Bogotá: Espantapajaros.
- Museo del Oro. (28 de 08 de 2016). *Banco de la Republica; Museo del oro*. Obtenido de <http://www.banrepcultural.org/museo-del-oro/salas-del-museo-en-bogota/las-tecnicas-de-la-orfebreria>
- Pérez de Barradas, J. (1958). *Orfebrería Prehispanica de Colombia*. Madrid: Talleres Gráficos.
- Plazas, C., & Falchetti, A. (03 de 04 de 2016). *La orfebrería prehispánica de Colombia*. Obtenido de Boletín Museo del Oro: <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7354/7623>
- Plazas, C., & Falchetti, A. M. (1985). Patrones Culturales en la Orfebrería Prehispanica de Colombia. En U. d. Andes, *Metalurgia en America Precolombina* (págs. 200-246). Bogotá: Banco de la Republica.
- Propulsora. (18 de Marzo de 2017). Aleaciones de Zinc Zamac. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Quiroga, M. (2008). Las Unidades Sociopolíticas Muisca en el siglo XVI . En J. Gamboa, *Los Muisca en los Siglos XVI y XVII: Miradas desde la arqueología, la antropología y la historia* (pág. 20). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Rodríguez, C. (2010). *MATRICES DE ORFEBRERIA MUISCA. Anotaciones en torno al arte y la técnica*. Bogotá.
- Rodríguez, J. (2008). *Madrid: Un yacimiento ritual agroalfarero temprano en torno a la laguna de de la Herrera*. Bogotá: Colantropos.
- Rojas, L. (1977). *Muisca: Alfarería y Decoración*. Bogotá: Ediciones Zazacaubi.
- Rozo Gauta, J. (1977). *La cultura material de los Muisca*. Bogotá: Ediciones Ideas.
- Scott, D. A. (1985). Dorado por fusión y dorado de lamina en Colombia y Ecuador Prehispanicos. En U. d. Andes, *Metalurgia de America Precolombina* (págs. 281-327). Bogotá: Banco de la Republica.
- Snarskis, M. J. (1985). La Iconografía comparativa de metales y otros medios en Costa Rica Precolombina. En U. d. Andes, *Metalurgia en America Precolombina* (págs. 87- 136). Bogotá: Banco de la Republica.
- VILLALBA, A. M. (1961). *ORFEBRERIA CHIBCHA y SU DEFINICION CIENTIFICA*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### SECCIÓN 1: Identificación

#### 1.1. Identificación

Formato del producto : Mezcla  
Nombre de marca : **Ceras dentales variadas**

Incluidas: 10X, All-Purpose X-Tough, All-Seasons, Beauty Pink™, Beauty White, Pure Beeswax, Synthetic B-2 Beeswax, Carding, Counter, Inlay Sticks, Lab, Occlusal Wafers, Sticky y Utility

Códigos de producto : 106-55590, 107-55710, 110-56270, 110-56271, 116-64599, 116-64699, 117-56470, 11756590INT, 117-56650, 120-57130, 120-57150, 125-57250, 125-57270, 146-57750, 160-56669, 160-58211, 181-58310, 181-58370, 183-58320, 183-58340, 185-58430, 186-58500, 186-58510, 195-55500, 195-55520, 195-59091, PDG45012, 116-56450, 116-56510, 116-56570, 11656570INT, 116-56630, 11656630INT, 11656633INT, 117-56530, 117-56590, 18058291INT, 180-58351, 18058351INT, 180-58291, 11656450INT, 11656510INT

#### 1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o mezcla, y usos no recomendados

Uso de la sustancia/mezcla : Cera dental utilizada para impresiones, mordidas y diferentes finalidades de laboratorio.

### SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

#### 9.1. Información sobre las propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico : Sólido  
Aspecto : Sólido ceroso  
Color : Variación de colores  
Olor : Ninguno  
Umbral de olor : Sin datos disponibles  
pH : No aplicable.  
Punto de fusión : 51,7 °C - 73,9 °C (125 °F - 165 °F)  
Punto de congelación : Sin datos disponibles  
Punto de ebullición e intervalo del punto de ebullición : Sin datos disponibles  
Punto de ignición : >233,9 °C (>435 °F)  
Tasa de evaporación relativa (acetato de butilo = 1) : No aplicable  
Presión de vapor : No aplicable.  
Densidad relativa : 0,9 - 0,95  
Densidad de vapor relativa a 20 °C : No aplicable.  
Solubilidad : Agua: Insoluble



## ANEXO 2

**IMPORTADOR MAYORISTA DE  
HERRAMIENTAS Y PRODUCTOS PARA  
LA INDUSTRIA DE LA JOYERIA**

### FICHA TECNICA 3NL PARA ORO

#### INFORMACION GENERAL

Kilates	18 kt
Color	3N amarillo (colores Suizos)
Uso sugerido	Universal (ambos mecanismos trabajo y pruebas).

Derritiendo temperatura en 18Kt	890°C
---------------------------------	-------

#### Temperatura Prueba:

100° C mas temperatura derretido para castear dentro de moldeo y continúe el casting.

100° C mas temperatura derretido para castear con máquina centrífuga

140° C mas temperatura derretido para castear en cilindro outdoor con vacum. 120° C mas temperatura derretido para castear en máquina de vacum con atmosfera controlada.

Ingot-molde temperatura	150° C
Cilindros temperatura	De 550° C a 650° C dependiendo sobre la máquina y dimensiones de los objetos
Objetos de enfriamiento de castado	En agua después de 10 minutos Enfriamiento de Ingots Rápido en agua tibia (a cerca de 40° C)
Annealing	620° C de 20 minutos seguido por un rápido enfriamiento en agua caliente (40° C minutos)

Las direcciones de arriba son solamente indicaciones, variaciones fuertes de lo dado son posibles dependiendo de la experiencia personal.

Tomado de Tecno insumos (Tecnoinsumos, 2017)

**ANEXO 3**

Lingote Forma 45							
<b>ALEACIONES DE ZINC (ZAMAC)</b>							
		<b>ALEACIONES DE ZAMAC</b>					
<b>Especificaciones PROPULSORA</b>		<b>Z - 400 (ALLOY 3)</b>	<b>Z - 410 (ALLOY 5)</b>	<b>Z - 430 (ALLOY 2)</b>	<b>Z - 430B</b>	<b>Z - 331</b>	<b>Z - 431</b>
<b>Composición Química, %</b>	Al	4,20	4,20	4,20	4,20	3,70	4,10
	Cu	0,03	1,00	2,90	2,90	2,60	2,90
	Mg	0,05	0,05	0,05	0,08	0,35	0,60
	Zn	Remanente	Remanente	Remanente	Remanente	Remanente	Remanente
<b>Normas Internacionales correspondientes</b>	ASTM	AG 40A	AC 41A	AC 43A	-	-	-
	SAE	903	925	921	-	-	-
	DIN	1743/GD-ZnAl4	1743/GD-ZnAl4Cu1	1743/G-ZnAl4Cu2	-	-	-
<b>Intervalo de Fusión, °C</b>		381 - 387	380 - 386	379 - 390	380 - 390	380 - 390	380 - 390
<b>Temperatura de Trabajo, °C</b>		395 - 420	395 - 420	400 - 425	400 - 425	400 - 425	420 - 450
<b>Densidad, g/ cm<sup>3</sup></b>		6,6	6,7	6,8	6,8	6,65	6,79
<b>Dureza Brinell</b>		82	91	100	100	100	100
<b>Contracción lineal en proporción al</b>		1	1	1	1	1	1
<b>Coeficiente de dilatación lineal, µm</b>		27,4	27,4	27,0	27,0	27,0	27,0
<b>Resistencia a la tracción, N / (</b>		283	328	359	359	359	359
<b>Tipo de Fundición y otras propiedades mecánicas</b>		Fundición en inyección a presión. Óptima colabilidad, gran estabilidad dimensional. Poco	Fundición a inyección con excelentes características de colabilidad, mejores propiedades	Fundición a inyección y en colada por gravedad en coquilla o arena. Mantiene la resistencia y la dureza en el envejecimiento.	Es normalmente colada en arena, y su baja contracción líquido-sólido hace que las piezas coladas no tengan rechupes.	Se usa exclusivamente para el moldeo por proceso de centrifugado en moldes de goma siliconada, y en procesos de centrifugado de piezas que requieran	Moldeo por proceso de centrifugado.
<b>Resistencia a la corrosión</b>		Resistente al agua de conducto y	Resistente al agua fría y atmósfera normal	Resistente al agua fría de conducto y atmósfera normal	Resistente al agua fría de conducto y atmósfera normal	Resistencia insatisfactoria a ácidos diluidos	Resistencia insatisfactoria a ácidos diluidos
<b>Aplicaciones</b>		Fabricación en serie de herrajes, manijas para automóviles; piezas para máquinas de oficina, piezas de aparatos, juguetes, etc	Fabricación de carburadores, bombas de agua y gasolina.	Se utiliza en la fabricación de moldes, tales como moldes para zapatos y defensas de automóvil.	Fabricación de herrajes, piezas para automóviles, piezas para máquinas de oficina, artefactos	Fabricación de: elementos decorativos, fantasías de joyería, tiradores de cierres relámpago,	Fabricación de piezas de ornamento tales como adornos para bolsas de mano, herrajes para zapatos, moc
<b>Características para el moldeo</b>		Buena fluidez,	Fácil de vaciar, en inyección a presión.	Fácil de vaciar tanto en inyección a presión, como en	Fácil de vaciar tanto en inyección a presión, como en	Fácil de vaciar, buena fluidez, principalmente en	Buena fluidez
<p><b>Descripción:</b> Nuestras aleaciones son elaboradas de metales puros como el Zinc SHG de la más alta pureza y sometidas a controles de calidad y verificación mediante análisis químicos. Las aleaciones de zinc industrialmente usadas para coladas bajo presión son llamadas "zamac". Son aleaciones de zinc con aluminio, cobre y magnesio. De todas las aleaciones no ferrosas para colar a presión, las aleaciones de zinc son las que poseen mejor área de aplicación, debido a sus particulares propiedades físicas, mecánicas y de fundido, además tiene una gran capacidad para ser revestidas mediante electrodeposición o con pinturas. baja temperatura de fusión (aproximadamente 385°C) fundición del zamac no presenta problemas y confieren al molde larga vida, permitiendo la producción series de piezas fundidas. La gran fluidez de esas aleaciones facilita la obtención de piezas de compleja forma y paredes finas. También pueden ser usadas para gravedad en moldes fijos. <b>PROPULSORA S.A.:</b> esta en capacidad de producir aleaciones de ZAMAC, para la industria en general, fabricadas de acuerdo a nacionales o según especificaciones particulares del cliente.</p>							
<p><b>Presentación:</b> Lingotes Forma 45, de 6 Kg de peso, aproximado. Suetos o zunchados según lo requiera el cliente.</p>							

Tomado de Propulsora (Propulsora, 2017)

## **ANEXO 4**

### **PROPUESTA MALETA TALLER**

El objetivo de esta maleta taller es realizar un acercamiento didáctico de los estudiantes a la técnica de cera perdida con matriz lítica, usada por los Muiscas. Con la ayuda del profesor Álvaro Giraldo se planteó el desarrollo de un proceso educativo apoyado de la experiencia.

La maleta está pensada en dos momentos. El primer nivel está orientado hacia el acercamiento de los estudiantes, por medio del reconocimiento de las piezas elaboradas por este grupo de investigación en la reconstrucción de la cadena operatoria, la historia y teorías. El segundo nivel tiene como objetivo: la experimentación.

El primer nivel es construido por todas las evidencias que se lograron en el desarrollo de la investigación, con el fin que los estudiantes puedan comprender la importancia de este proceso en los Muiscas y logren realizar un previo concepto de esta técnica, además de formar una idea cercana de la construcción y experimentación que realizara en el segundo nivel.

El segundo nivel es un taller que tiene como objetivo realizar una chocolatina con figuras Muiscas, todo el proceso está siendo construido con el símil entre la construcción de la chocolatina y la técnica de cera perdida. Es importante recalcar que es una estrategia didáctica que pretende llevara esta técnica a las aulas, resaltando los principales momentos de la cadena operatoria sin usar los materiales reales que se usaron en la cultura Muisca.

#### **ACTIVIDAD**

Los materiales para la construcción de la figura Muisca son:

- Azúcar pulverizada

- Agua
- Alginato
- Recipiente Grande
- 3 Recipientes Pequeños
- Papa
- Bisturí
- Hornilla
- Olla
- Chocolatina
- Aceite de cocina.

1. Usando el bisturí se tallará en la papa una de las figuras presentadas por el coordinador de la actividad.
2. En la superficie de la figura tallada, se aplica aceite de cocina para que la figura se desmolde correctamente y no se pegue.
3. En el recipiente pequeño, se realiza la mezcla de azúcar pulverizada con agua hasta lograr una pasta moldeable.



4. Con esta pasta se hace una lámina con la que posteriormente se recubre la superficie previamente tallada, luego se recorta las partes sobrantes, se desmolda y se deja secar unos minutos.



5. En el recipiente pequeño se prepara la mezcla de Alginato. En otro recipiente pequeño se verte la mitad de la mezcla haciendo una capa. Encima de la capa se coloca la figura Muisca y se termina de verter la mezcla, se debe dejar un orificio en la parte superior para ingresar la chokolatina derretida y se deja secar.



6. El ovoide hecho en Alginato se sumergido en el recipiente grande con agua.
7. Después de 20 minutos se agita el ovoide sacando todo lo excesos de azúcar.

8. En la hornilla se coloca la olla para derretir la chocolatina a “baño de María” hasta que se convierta en líquida.



9. La chocolatina es vertida en el molde de Alginato.
10. Después de 30 minutos es cortado el molde y sacada la figura.

#### ACLARACIONES

- Por ser un ejercicio que pretende ser desarrollado en cualquier circunstancia, se propone materiales de fácil acceso y de cómodo transporte.
- Los dos niveles tienen una guía de actividad, estas guías tienen definiciones, comparaciones y recomendaciones.