



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dpto. de Conservación y Restauración de Bienes
Culturales

Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza
cerámica precolombina chilena: una aproximación a su
estudio y difusión.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Conservación y Restauración de Bienes
Culturales

AUTOR/A: Matthaei Jullian, Fernanda

Tutor/a: Aura Castro, Elvira

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER
MÁSTER EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
UNIVERSITAT POLITÈCTINA DE VALÈNCIA

*Puesta en valor, visualización y
recreación 3D de una pieza cerámica
precolombina chilena: una aproximación
a su estudio y difusión.*

JULIO 2022

Autora: Fernanda Matthaei Jullian

Tutora: Elvira Aura Castro



Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza cerámica precolombina chilena: una aproximación a su estudio y difusión.

TRABAJO FINAL DE MÁSTER
MÁSTER EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza cerámica precolombina chilena: una aproximación a su estudio y difusión.

JULIO 2022

Autora: Fernanda Matthaei Jullian

Tutora: Elvira Aura Castro



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





RESUMEN

En este Trabajo Final de Máster (TFM) se realiza un estudio descriptivo de las culturas precolombinas en Latinoamérica, tomando como referente la relación que mantiene Chile con su propia historia y la forma en que la expone y la presenta a la sociedad en la actualidad. Como punto de partida se hace un recorrido histórico por las diferentes áreas culturales existentes en Latinoamérica antes de la llegada de los europeos, poniendo énfasis en los pueblos originarios del norte de Chile debido a su importancia en el trabajo alfarero. Adicionalmente se realiza un análisis al catálogo *online* del Museo Chileno de Arte Precolombino, la mayor institución que hoy en día alberga piezas precolombinas en Chile, y se selecciona una pieza cerámica para la realización de la fase experimental.

De este modo, se expone como caso práctico la metodología a seguir para la obtención de una representación 3D a partir de una imagen fotográfica correspondiente a una cerámica precolombina chilena utilizando un software de modelado digital. El propósito es visibilizar alternativas sencillas y buscar métodos de acceso al patrimonio para su difusión online acordes a la realidad digital en la que estamos viviendo.

Si bien no se llegó a aplicar la recreación 3D en el catálogo de la página web del Museo Chileno de Arte Precolombino, se considera un logro de este TFM el haber podido detectar una problemática y sugerir una alternativa accesible utilizando las nuevas tecnologías disponibles en el área de modelado 3D. De esta manera no solo se incentivan las visitas presenciales sino que también posibilita la creación de lazos entre los bienes culturales y la comunidad.

Palabras clave: Visualización 3D de bienes culturales; Modelado digital de cerámica; Conservación de alfarería latinoamericana; Culturas precolombinas chilenas; Software CAD.



ABSTRACT

This Master's Thesis is a descriptive study of pre-Columbian cultures in Latin America, taking as a reference point Chile's relationship with its own history and the way in which it presents it to society today. As a starting point, a historical overview is made of the different cultural areas existing in Latin America before the arrival of the Europeans, with emphasis on the native people of northern Chile due to their importance in ceramic work. In addition, an analysis is made of the online catalogue of the Museo Chileno de Arte Precolombino, the largest institution that currently houses pre-Columbian pieces in Chile, and a ceramic piece is selected for the experimental phase.

Thus, the methodology to be followed to obtain a 3D representation from a photographic image of a Chilean pre-Columbian ceramic using digital modelling software is presented as a case study. The purpose is to make simple alternatives visible and to seek methods of access to heritage for its online distribution according to the digital reality in which we live.

Although 3D recreation was not applied in the catalogue of the website of the Museo Chileno de Arte Precolombino, it is considered an achievement of this TFM to have been able to detect a problem and suggest an accessible alternative using the new technologies available in 3D modelling. Hence, not only does it encourage visits, but it also makes it possible to create bonds between cultural heritage and the community.

Key words: 3D visualisation of cultural heritage; digital modelling of ceramics; conservation of Latin American ceramics; Pre-Columbian Chilean cultures; CAD software.



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	6
2.- OBJETIVOS	8
3.- METODOLOGÍA	9
4.- CAPÍTULO I: ARTE PRECOLOMBINO Y SU EXPOSICIÓN EN CHILE	10
4.1 Contexto histórico.....	10
4.2 Museo Chileno de Arte Precolombino	11
4.3 Colecciones y fondos museográficos	14
4.4 Recursos y difusión actual de piezas.....	18
5.- CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA 3D EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN.....	22
5.1 Técnicas utilizadas en la digitalización de piezas.....	22
5.2 Modelado 3D	23
5.3 Software de modelado y post-procesado: Blender.....	24
5.4 Uso de herramientas tridimensionales en elementos históricos	25
6.- CAPÍTULO III: CHILE Y SU IDENTIDAD PRECOLOMBINA.....	29
6.1 Culturas precolombinas del norte de Chile	29
6.1.1 Los Diaguitas.....	31
6.2 Elección de la pieza	35
6.2.1 Identificación de la pieza	36
6.2.2 Descripción de la pieza	37
6.2.3 Estado de conservación de la pieza	37
6.3 Proceso del dibujo 3D de la pieza a partir de una fotografía.....	37
6.3.1 Geometría y volumen del objeto	38
6.3.2 Desarrollo mapas UV	40
6.3.3 Texturizado	41
6.3.4 Iluminación y renderizado	42
6.4 Resultados y propuesta de visualización y difusión del modelo 3D	43
7.- CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN	46
8.- BIBLIOGRAFÍA	48
9.- ÍNDICE DE IMÁGENES.....	51



1.- INTRODUCCIÓN

La integración y aplicación de nuevas tecnologías en el área del patrimonio cultural está siendo cada vez más útil al momento de plantear y abordar la conservación y restauración, específicamente de piezas cerámicas arqueológicas. Su uso, especialmente en el ámbito de difusión, genera nuevos métodos de comunicación y abre nuevas alternativas que pueden ser un beneficio sustancial a la hora de exponer piezas y acercar el patrimonio a la comunidad.

El patrimonio cultural ha adquirido un significado cada vez más primordial en el desarrollo de la humanidad como resultado de sus múltiples valores y expresiones. Este ha ido evolucionando y en la actualidad no está compuesto solamente por objetos o monumentos sino que también por tradiciones, música, gastronomía y un sinfín de herencias que finalmente van creando nuestra identidad como comunidad (García, 2011, 18). Con respecto a los países latinoamericanos, existe la intención de dar a conocer su herencia cultural, como es el caso de México y Perú, donde hubo importantes civilizaciones y en los que en la actualidad se muestran con orgullo todas las comunidades indígenas, sus vestimentas y costumbres. En el caso de Chile, la relación que se ha mantenido con los pueblos originarios siempre ha sido incierta y tal como señala Pazos (2017) se ha optado por una profundización a la historia europea menoscabando la propia. Sin embargo, Chile es un país con abundante historia prehispánica ya que los pueblos indígenas se encontraban distribuidos a lo largo del territorio, abarcando tierras altiplánicas, quebradas, valles cordilleranos y zonas patagónicas desde comienzos de nuestra era.

Hasta hace poco en Chile existía una tendencia de minimizar y relativizar la importancia de los pueblos originarios. Es indispensable posicionar el desarrollo de este Trabajo Final de Máster en un punto de realidad histórica; esto es: a partir de la dictadura del año 1973, comenzó una clara persecución política e intención de invisibilizar a los pueblos indígenas. Tras el fin de la dictadura impuesta por Pinochet, los gobiernos que siguieron no se encargaron de subsanar las heridas y errores para con los pueblos originarios, dando lugar a una evidente separación entre el Chile de esos pueblos y el del resto de los chilenos. Se ha fomentado un vacío en todo orden de cosas: económico, educacional, histórico y cultural. Es seguro decir que si esto se mantiene y se hace una proyección a 30 años, van a desaparecer todos los rastros de las culturas que sentaron las bases para el nacimiento del país.

De lo mencionado hasta aquí se desprende una preocupación por la difusión del patrimonio, especialmente en la etapa escolar, la cual constituye una fase importante de conocimiento inicial para así poder crear lazos y forjar un arraigo con la historia precolombina que se verá reflejada posteriormente en una valorización del legado cultural chileno.

Es por eso que la motivación para la realización de este estudio viene dada por el olvido inminente que existe sobre el valor que dejaron los pueblos originarios en el territorio chileno. Con ello, a través de este Trabajo Final de Máster se busca aprovechar las herramientas que otorgan las nuevas tecnologías para poder abarcar a un máximo de público, especialmente las nuevas generaciones, aportando con la difusión de las colecciones museísticas de una manera didáctica y actual, destacando la creatividad y el arte de las diversas culturas que ocuparon los diferentes territorios. Este proyecto final de máster tiene como propósito el estudio de la factibilidad y la utilización de alternativas 3D para representaciones de piezas cerámicas como parte de una estrategia de comunicación y difusión del patrimonio.

Se propone un breve recorrido teórico previo sobre las culturas precolombinas que habitaron Latinoamérica para posteriormente centrarnos en un pueblo originario específico chileno ubicado



en el norte del país y uno de los mayores alfareros del territorio: los Diaguitas. Para una mejor comprensión, este trabajo se estructura en 3 capítulos, los cuales ofrecen una aproximación general a las culturas precolombinas y a la tecnología aplicada en conservación y restauración del patrimonio cultural. De esta manera, este trabajo se divide así, con el objetivo de una mejor integración del contenido, por lo que en el primer capítulo se pone en contexto sobre las culturas y sociedades existentes antes de la llegada de los europeos al continente americano. Adicionalmente, se toma como ejemplo el Museo Chileno de Arte Precolombino que aloja piezas provenientes de variadas civilizaciones del continente latinoamericano para observar el estado actual de la difusión de colecciones. En el segundo capítulo se aborda el uso de las tecnologías 3D en el campo de conservación y restauración, poniendo énfasis en la utilización de un software específico. Por último, este trabajo concluye con un capítulo en el cual se hace un breve recorrido por los pueblos que habitaron el norte de Chile y específicamente por la cultura Diaguita, para luego exponer la historia y evolución de sus creaciones cerámicas. Asimismo, se elige una pieza en particular y se realiza la parte experimental que consta de la elaboración de una recreación 3D a partir de una fotografía.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se pretende cumplir con el objetivo que se planteó en las etapas iniciales de la elaboración de este Trabajo Final de Máster: presentar una alternativa accesible y sencilla para que los museos tengan la posibilidad de acercar su contenido a la comunidad de forma didáctica y novedosa. Todo esto para garantizar la presencia de las creaciones artísticas y culturales de los pueblos originarios y asegurar que se le otorguen la importancia que merecen en el lugar que ocupan en nuestra sociedad.



2.- OBJETIVOS

El objetivo general de este Trabajo Final de Máster es mejorar la difusión *online* del patrimonio cultural chileno, mostrando paso a paso la creación de un dibujo 3D de una pieza cerámica aprovechando las herramientas tecnológicas que se encuentran disponibles actualmente.

Concretamente, los objetivos específicos que se plantean son los siguientes:

- Presentar y dar a conocer los trabajos de alfarería típica realizados por los pueblos originarios de Chile, particularmente los ubicados en la zona norte del país, antes de la llegada de los europeos.
- Registrar el estado actual de cómo son presentadas las colecciones en el sitio web del Museo Chileno de Arte Precolombino.
- Explicar a través de un caso práctico las aplicaciones de los softwares de modelado 3D, específicamente el programa Blender.
- Generar una recreación 3D a partir de una fotografía de una pieza cerámica del museo en cuestión.
- Mostrar y analizar la forma de difusión *online* que aporta el dibujo 3D a piezas cerámicas para posteriores investigaciones en las que sea útil una visión más completa del objeto de estudio.



3.- METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo y con el fin de cumplir con los objetivos planteados anteriormente, se ha llevado a cabo una metodología dividida en 4 partes:

En primer lugar, se procedió a la búsqueda y manejo de las fuentes bibliográficas. Para ello se revisaron diversos textos, artículos y tesis con el fin de realizar un estudio histórico de las culturas precolombinas presentes en América Latina y sus formas de expresión artística.

En segundo lugar, se recopiló información y se afianzaron conocimientos sobre el programa Blender para así complementar la información ya adquirida y lograr un buen desempeño frente a la elaboración de dibujos en 3D. Esto se llevó a cabo siguiendo diferentes tutoriales y videotutoriales *online* para adentrarse en el mundo del modelado 3D y familiarizarse con las herramientas y procesos necesarios para un correcto uso del programa.

En tercer lugar, se eligió una cultura precolombina chilena en específico de aquellas expuestas en el Museo Chileno de Arte Precolombino. Uno de los requisitos para la elección de la cultura en cuestión fue que dentro de sus creaciones artística destacara la cerámica. Se estudió su estilo de vida y se analizaron los tipos de objetos que fabricaban. Posteriormente se eligió una pieza para la creación del dibujo 3D de la misma.

Por último, se diseñaron propuestas de cómo incluir las recreaciones 3D dentro de los recursos que otorga el museo para lograr un mejor posicionamiento y difusión de las piezas creadas por los pueblos originarios de Chile y acercar estas creaciones a la comunidad.

4.- CAPÍTULO I: Arte precolombino y su exposición en Chile

4.1 Contexto histórico

Para poder comprender el arte de la América precolombina es fundamental conocer la historia y los contextos sociales en los que las obras artísticas fueron realizadas. El término *cultura precolombina* es utilizado para dar a conocer las civilizaciones que habitaron en América Latina antes de la llegada de los europeos (Bethell, 1990). El continente americano estaba habitado por numerosos pueblos, cada uno de ellos con diferentes lenguas, estilos de vida y estructuras burocráticas, lo que generó diversas sociedades dentro de una misma geografía (Lumbreros y Aldunate del Solar, 1998).

Para un mejor estudio, es posible dividir los pueblos que se extendieron en el territorio americano en diferentes áreas culturales (Fig.1); de esta forma se omiten los límites fronterizos actuales y se amplía la mirada, agrupando dentro de espacios geográficos más extensos, sociedades y pueblos que compartían historias culturales similares, valores y características comunes (Educarchile, 2022).



Figura 1. Mapa de áreas culturales del continente americano. Fuente: MChAP. Culturas de América Precolombina: Mesoamérica.



Dentro de estas áreas culturales, las que consiguieron tener un mayor avance, logrando un desarrollo político complejo y teniendo mayor influencia sobre territorios vecinos, fueron las áreas de los Andes Centrales y la Mesoamericana, territorios que actualmente son ocupados por México y Perú.

Con respecto al área Surandina, lugar que principalmente ocupa Chile en la actualidad, esta también tomó protagonismo debido a su ubicación geofísica y a la diversidad de pueblos originarios dentro de ese territorio. Debido a las variadas características de la geografía chilena, los diferentes pueblos originarios de esta región se desarrollaron de forma independiente y fueron adaptando sus culturas a las particularidades climáticas de la zona en donde habitaban.

En relación con las manifestaciones artísticas de las civilizaciones precolombinas, estas estuvieron presentes desde muy temprano en el transcurso de su historia. La diversidad de materiales y herramientas que se disponían, según el entorno en donde vivían las diferentes culturas, dio como resultado una variedad importante de piezas artísticas, estilos propios y también múltiples técnicas de producción. El proceso de creación de objetos que sirvieran tanto de instrumentos de trabajo como también de decoración y apoyo de otras actividades sociales fue creciendo con el paso de los años (Lumbreros y Aldunate del Solar, 1998). Las diferentes formas de trabajo textil junto con la cerámica tuvieron un rápido crecimiento dentro de la mayoría de las culturas, ya que como según describen Lumbreros y Aldunate del Solar (1998) principalmente la cerámica ofrecía una capacidad ilimitada para poder expresar libremente el dibujo y la pintura sobre ella.

Es importante destacar que no todas las culturas se desarrollaron de la misma manera y al mismo tiempo. Específicamente en referencia a la cerámica, muchos de los pueblos alfareros sí se centraron en la experimentación artística mediante nuevas formas en los modelados y acabados cromáticos de sus piezas, mientras otras se dedicaron a la producción de objetos funcionales sin darle mayor importancia a la exploración artística de los mismos. Según Patiño Puente (2010) a pesar de que la manifestación del arte precolombino fue variada, habían ciertas características que predominaban en la mayoría de las piezas y objetos tradicionales. Dentro de las más comunes se destacaban: la representación de la naturaleza y animales, una religión de carácter cósmico y el uso de la geometría en sus decoraciones.

4.2 Museo Chileno de Arte Precolombino

Para conocer el origen de Chile y sus culturas, primero es necesario saber cómo es su disposición geográfica. Constituido por una larga franja terrestre, Chile es un país de 4.300 km de largo ubicado en Sudamérica que limita al norte con Perú, al este con Bolivia y Argentina y al oeste con el océano Pacífico. Desde el punto de vista geográfico y debido a su longitud, existe una gran variedad climática: en el norte hay presencia de aridez extrema, en la zona central hay climas mediterráneos y el extremo sur se caracteriza por tener climas lluviosos y fríos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022). De la misma forma que existe una gran variedad climática, también existieron diversos pueblos originarios de los cuales se desprende un inmenso legado cultural. Es fundamental no dejarlos en el olvido, ya que forman parte de la identidad, la historia y las raíces de lo que existe hoy en día.

El Museo Chileno de Arte Precolombino es una institución ubicada en el centro histórico de Santiago, capital de Chile, encargada de albergar colecciones procedentes de estas civilizaciones. El arquitecto y coleccionista chileno Sergio Larraín García-Moreno junto con la Municipalidad de Santiago fueron los encargados de fundar el museo creando un establecimiento

que conservara, estudiara y difundiera este legado artístico que corresponde a los pueblos precolombinos más representativos de América (Museo Chileno de Arte Precolombino, 2022). Hoy en día es una institución pública-privada la cual obtiene financiamientos por parte de la Municipalidad de Santiago, el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio y los ingresos que genera a través de la venta de entradas, arriendo de espacios y la tienda del museo.

La información que ofrece el sitio web del museo, refiriéndose a la década de 1970, detalla que Sergio Larraín García-Moreno se dio cuenta de la importancia que había adquirido su colección y al mismo tiempo de lo crucial que era mantenerla resguardada y conservada adecuadamente. Es por eso que crea la fundación Familia Larraín Echeñique, la cual aporta, en nombre de toda la familia y no solamente de él, la colección de arte precolombino más un significativo complemento bibliográfico y documental (Lumbreros y Aldunate del Solar, 1998). Para dar una mayor seguridad y respaldo a la fundación, creó un equipo de consejeros conformado por representantes de diversas instituciones, tales como universidades y bibliotecas para así otorgarle seriedad y apoyo científico a cada uno los objetos que iniciaron la colección del museo y que cumplieran con los objetivos de conservar e investigar el arte precolombino.

Posteriormente, mediante a un convenio con la Municipalidad de Santiago logran ubicar al museo en uno de los edificios coloniales más destacados de la capital (Fig. 2 y 3). El edificio en cuestión fue construido en 1805 para la ocupación del Palacio de la Real Aduana en los tiempos de la administración colonial. Durante la república, luego de haber sido ocupado por diversas instituciones tales como la Biblioteca Nacional y posteriormente los Tribunales de Justicia, sufrió un incendio que destruyó todo el edificio en 1968 (Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, 2022). Al año siguiente fue declarado monumento histórico y tras un período de varias restauraciones fue destinado al Museo Chileno de Arte Precolombino, el cual abrió sus puertas al público en diciembre de 1981 (Museo Chileno de Arte Precolombino, 2022).



Figura 2. Aspecto del edificio cuando fue utilizado por los Tribunales de Justicia a finales del siglo XIX.
Fuente: <https://urbatorium.blogspot.com/2016/01/historia-del-palacio-de-la-real-casa-de.html>.



Figura 3. Fachada principal del inmueble en 1981 al momento de su inauguración. Fuente: América Precolombina en el Arte.

Durante el año 2014, luego de un período de 2 años de obras y extendiendo en 1300 m² el inmueble, se inauguró esta ampliación que aumentó las zonas de exhibición, depósito y laboratorio de conservación, llegando así a como se le conoce actualmente (Fig. 4 y 5). Esta intervención consistió en la ocupación del subsuelo como superficie para la generación de estas nuevas áreas y así conservar por completo la fachada original (Plataforma Arquitectura, 2014).

Tal como describen Lumbreros y Aldunate del Solar (1998), el propósito principal del museo es exhibir objetos representativos de las culturas precolombinas más destacadas para poder apreciarlos de manera conjunta y así comparar influencias, similitudes y permanencia en el tiempo. Asimismo, incentivar tanto el estudio de la simbología en las creaciones artísticas como también las técnicas empleadas principalmente en la elaboración de piezas cerámicas. Gracias a la exposición de materiales, técnicas y formas que se utilizaron en las diferentes creaciones artísticas, se pueden instruir las principales etapas del desarrollo de las culturas que habitaban en el continente latinoamericano siglos atrás.

Actualmente, el museo es una institución que reúne todas las condiciones necesarias para la protección y conservación de las importantes colecciones que acoge. Su gran variedad de piezas y el poder recorrer distintas civilizaciones precolombinas simultáneamente, logra poner en conocimiento al público toda esta información patrimonial y permanecer conectado con las raíces de Chile y América Latina. Las razones de la elección de este establecimiento para la realización de este Trabajo Final de Máster residen en las características que el Museo aún y ofrece al público y a la sociedad.



Figura 4. Fachada principal del museo en la actualidad. Fuente: www.monumentos.gob.cl.



Figura 5. Vista poniente del museo por calle Bandera. Fuente: www.precolombino.cl.

4.3 Colecciones y fondos museográficos

Con el fin de adentrarnos en la información que respecta a qué tipos de piezas posee el museo y cómo se llevan a cabo diferentes procedimientos de catalogación es importante mostrar sus colecciones y asimismo exponer cómo funciona el fondo museográfico de la institución en cuestión. Un museo se distingue porque las colecciones de objetos que alberga forman el núcleo de sus actividades, es decir, "los fondos museográficos configuran la esencia de la institución museística y en torno a ellos se configura la estructura funcional de la misma" (Carretero Pérez et al., 1998, 17).



Las colecciones albergadas en el museo representan a más de cincuenta culturas precolombinas y pueblos originarios del continente latinoamericano y actualmente este patrimonio alcanza más de 10.000 objetos. Muchas de las piezas que llegan al museo por parte de donaciones no adquieren un carácter definitivo en las colecciones permanentes por lo que pasan a ser parte del depósito o a albergar muestras de estudio. Todos estos objetos atraviesan diversos procesos de documentación tales como elaboración de ficha técnica, toma de fotografías y elaboración de embalaje en caso de ser necesario. Para dar a conocer las piezas que sí se van a mostrar al público, el museo cuenta con la siguiente estructura de exposiciones:

- Exposiciones permanentes
- Exposiciones temporales
- Exposiciones fuera del museo
- Exposiciones itinerantes

Dentro de las exposiciones permanentes se encuentran las colecciones más amplias e importantes del museo, divididas en tres muestras llamadas *América Precolombina en el Arte*, *Sala Textil* y *Chile antes de Chile*.

De acuerdo con el Museo Chileno de Arte Precolombino (2022) la colección perteneciente a la muestra *América Precolombina en el Arte* se nutre de diferentes áreas culturales americanas y representan el legado artístico de las civilizaciones que existieron hace siglos. Distribuidas en 6 salas, se exhiben alrededor de 700 objetos las cuales representan la diversidad de estas civilizaciones mediante sus obras de arte (Fig. 6). Las piezas de esta colección están agrupadas por las siguientes áreas culturales:

- Mesoamérica: México, Guatemala, Honduras, El Salvador y parte de Nicaragua.
- Intermedia: Colombia y Ecuador
- Caribe: Mar Caribe y las Antillas
- Amazonas: Selva amazónica
- Andes Centrales: Perú y Bolivia
- Surandina: Argentina



Figura 6. Acceso a una de las salas de la exposición *América Precolombina en el Arte*. Fuente: www.conociendochile.cl.



La *Sala Textil* (Fig. 7) cuenta con aproximadamente 1.000 piezas textiles andinas precolombinas, las cuales son en su mayoría provenientes de las zonas áridas de Perú y Chile. Esta sala cuenta con modernas vitrinas e iluminación de última generación para la exhibición de estos delicados materiales orgánicos.



Figura 7. Vista de una zona de la Sala textil del museo. Fuente: www.conociendochile.cl.

Con respecto a la colección *Chile antes de Chile* (Fig. 8), tiene por objetivo principal dar a conocer a los primeros habitantes del territorio chileno en conjunto con sus creencias y expresiones artísticas. Igualmente ha de destacar la creatividad de las diversas sociedades que ocuparon los variados paisajes geográficos del país, extendiéndose por desiertos y zonas áridas, valles centrales, selvas templadas y Rapa Nui al medio del Océano Pacífico. Es por eso que las aproximadamente 300 piezas de esta colección están agrupadas por las siguientes zonas del territorio chileno:

- Norte Árido
- Norte Semiárido
- Centro
- Centro Sur
- Rapa Nui

Es importante mencionar que en cada una de las colecciones permanentes mencionadas se despliegan subdivisiones con cada una de las culturas precolombinas para crear un orden geográfico y facilitar la comprensión de las piezas exhibidas (Fig.9)



Figura 8. Parte de la muestra de Chile antes de Chile. Fuente: Nico Saieh /www.plataformaurbana.cl.

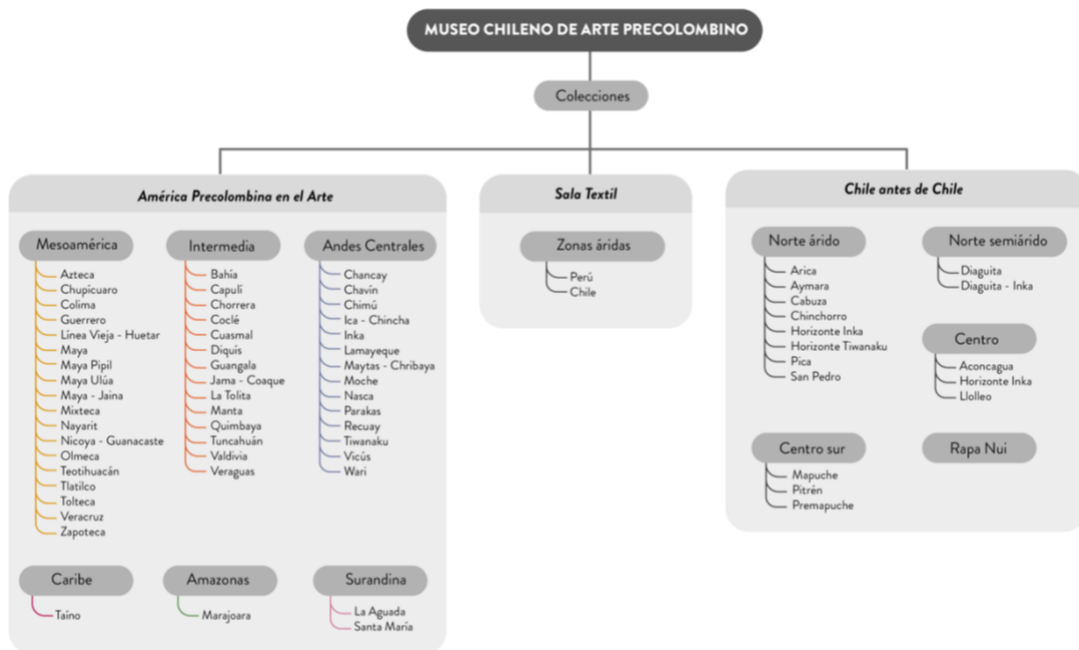


Figura 9. Diagrama explicativo de las colecciones del museo. Fuente: Elaboración propia.



Actualmente, el museo alberga más de 10.000 obras de arte que muestran la diversidad artística cultural de América Latina, destacando textiles andinos y piezas de cerámica, piedra y metal. Se pueden observar objetos representativos de las culturas Maya, Azteca e Inka, así como también una colección importante de obras de arte de los pueblos originarios que habitaron el territorio chileno. Además del destacado valor artístico de las piezas que integran estas colecciones gracias a las cuales tenemos la posibilidad de apreciar cada objeto y su propia calidad artística, su valor simbólico también es fundamental. Esto sirve como material de investigación de nuestros antepasados a historiadores, arqueólogos y científicos.

4.4 Recursos y difusión actual de piezas

El uso de herramientas adicionales para poder llegar de manera efectiva al público y así generar interés por las colecciones es fundamental para todo tipo de museo. La intención de comunicar y divulgar contenido es una parte esencial de la labor de las instituciones culturales para incorporar las obras de arte a la sociedad actual y crear un vínculo con el patrimonio.

En concreto, dentro de los recursos disponibles que el Museo Chileno de Arte Precolombino menciona en su sitio web y que ofrece al público visitante, destacan los siguientes:

- Biblioteca: Espacio de acceso público que posee una colección de más de 15.000 libros. Desde sus inicios, el museo ha desarrollado una considerable línea editorial en relación con el arte y los pueblos precolombinos. Adicionalmente, en el sitio web del museo se encuentran disponibles una serie de publicaciones en PDF tales como libros de arte, catálogos de exposiciones y boletines del museo con la opción de descarga.
- Archivo audiovisual: Forma parte de la biblioteca y está conformado por diversos tipos de archivos. Entre ellos se destacan videos etnográficos, los que contienen 500 documentales sobre pueblos originarios de América Latina. Con respecto a los documentos de audio, el archivo de música indígena incluye 400 discos de música étnica del mundo y el archivo sonoro engloba 500 horas de grabaciones en terreno del territorio chileno de norte a sur. Con relación al material visual, se encuentran disponibles 3.000 fotografías sobre arqueología latinoamericana y etnografía. La biblioteca del museo ofrece la posibilidad de préstamo de todo este material a los socios y asimismo está la oportunidad de ver, escuchar y descargar parte de estos archivos desde el sitio web del museo.
- Recursos educativos: Como describe el museo en el sitio web, el vínculo con personas en etapa escolar es primordial para ir creando lazos respecto al patrimonio. Es por esto que cuenta con una nutrida agenda de actividades en las que se reciben cerca de 20.000 escolares cada año. Adicionalmente, dentro de los recursos educativos *online* que presenta el museo, se encuentran guías para los educadores y material escolar, en el cual a través de textos, dibujos y animaciones se crean actividades relacionadas al aprendizaje de cada una de las civilizaciones. Dentro de este marco también se encuentran recursos sobre iconografía, en los que con un número de piezas específico, se enseña a distinguir figuras y motivos representados en cerámicas y textiles. Como apoyo al conocimiento de estas culturas, el museo también cuenta con un apartado de instrumentos musicales, en el cual a través de fotografías, fichas técnicas y sonidos es posible conocer una colección de 20 piezas.



Vinculado a los recursos educativos y actividades para los más pequeños, el museo además cuenta con una sala interactiva especialmente dedicada a niños de entre 7 a 12 años. Esta zona intenta introducir, mediante un lenguaje cercano y cotidiano, la cultura precolombina a través de actividades tecnológicas y sensoriales. Asimismo, todas estas actividades se complementan con un sitio web especial para poder seguir jugando de manera *online* desde casa.

- Visitas guiadas: Mediante previa inscripción, el museo cuenta con visitas educativas tanto para establecimientos educacionales como también para público general.

Actualmente y desde hace ya unos años, las páginas web de museos e instituciones se utilizan como medio de comunicación con el público y también como plataforma de información oficial. Es aquí donde se despliegan todos los datos claves sobre el acceso a las instalaciones, salas de exposiciones e información específica referente a las piezas que se tienen y se conservan. Poniendo énfasis en las colecciones presentes en el museo en cuestión, la página web es donde se encuentra el catálogo, sirviendo como plataforma para la difusión *online* de las piezas.

Al acceder al sitio web del museo (www.museo.precolombino.cl) se observa el apartado de colecciones de forma clara y concisa. Al ingresar, estas están divididas en 7 áreas culturales: Mesoamérica, Intermedia, Caribe, Amazonas, Andes Centrales, Surandina y Chile (Fig. 10). Cabe destacar que, en el caso de Chile, este cuenta con un apartado especial con respecto a las demás culturas, ya que al seleccionarlo se redirige a un nuevo sitio web (www.chileprecolombino.cl) exclusivamente dedicado a los pueblos originarios que habitaron de norte a sur el territorio chileno.

Debido a la organización propuesta por el sitio web, tenemos la posibilidad de elegir consecutivamente un área, luego una cultura y finalmente una pieza específica. Cada pieza de cada colección cuenta con una fotografía, proporciona una línea de tiempo indicando el período exacto de fabricación e incluye una pequeña ficha técnica que explica sus características, tales como materiales, dimensiones y código de la pieza. Además, sugiere un enlace que lleva a un resumen explicativo de la cultura en cuestión (Fig. 11).

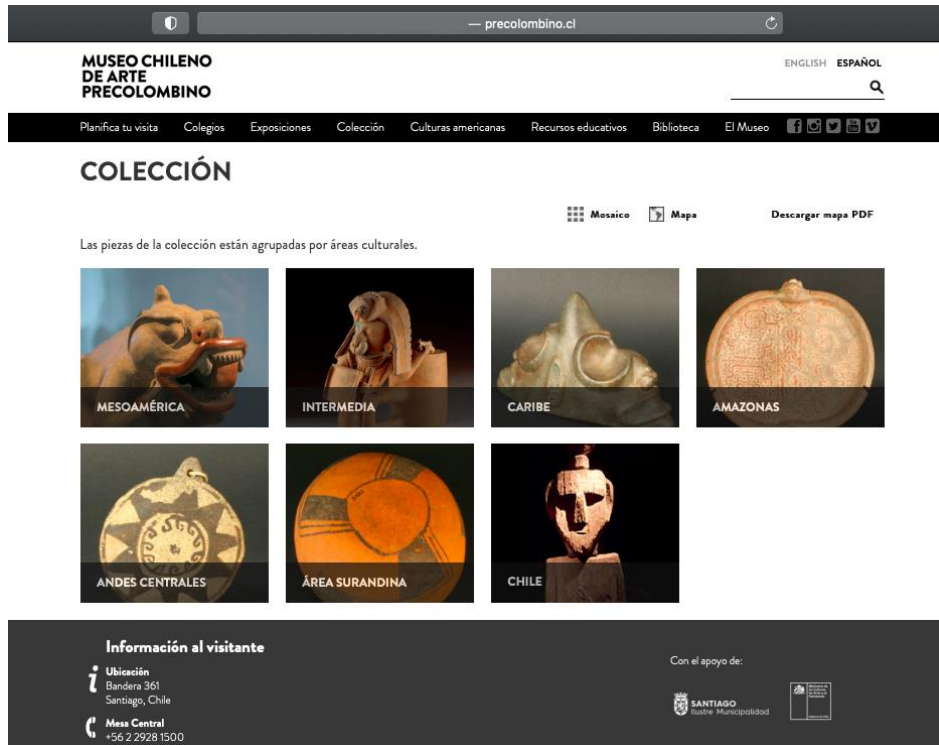


Figura 10. Captura del apartado de colecciones dentro de la página web oficial del museo. Fuente: www.museo.precolombino.cl.

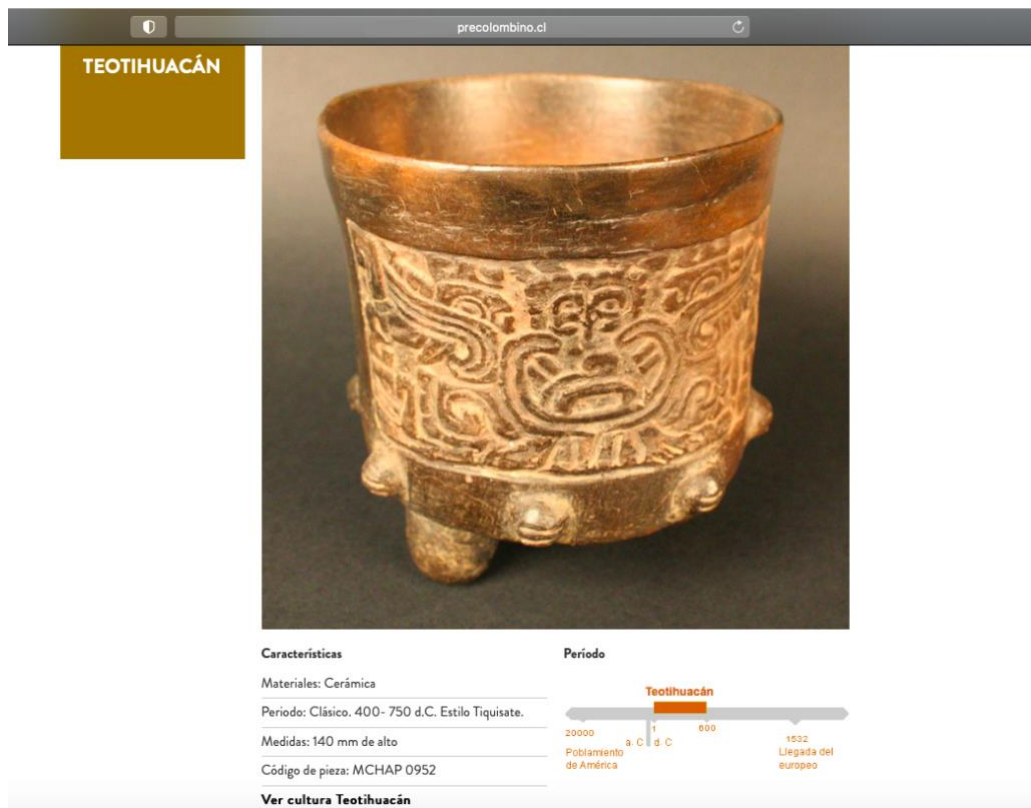


Figura 11. Captura de ejemplo de pieza cerámica de la cultura Teotihuacán, área de Mesoamérica. Fuente: www.museo.precolombino.cl.



Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza cerámica precolombina chilena: una aproximación a su estudio y difusión.

Considerando la importancia que tiene la misión de este museo con la sociedad y el patrimonio, sería muy beneficioso contar con lo que propone este Trabajo Final de Máster: una representación 3D de las piezas que aporte una visión más completa al catálogo de la colección con el fin de utilizar las nuevas tecnologías aplicadas a la conservación y restauración para acercar el patrimonio a la comunidad, asegurando la posibilidad de incluir lo histórico al plano cotidiano.



5.- CAPÍTULO II: Tecnología 3D en conservación y restauración

En los últimos años la digitalización en 3D y los métodos de visualización del patrimonio de forma computarizada han adquirido mayor protagonismo dentro del área de conservación y restauración. Estos procedimientos tecnológicos permiten, de manera complementaria y sin contacto directo, observar, estudiar y difundir la historia de las culturas pasadas. Debido a la infinidad de alternativas que entrega la tecnología y el constante avance de esta, son necesarios una serie de principios para regular la entrega de información del patrimonio y así mantener la integridad y fiabilidad de este a través de las plataformas informáticas. La Carta de Londres (2009) es un documento en el cual mediante 6 principios se pretende mejorar la exactitud de visualización y divulgación de patrimonio de forma que se garantice adecuadamente una correcta interpretación y gestión de los bienes culturales.

Con este precedente y para aumentar las condiciones de aplicabilidad nacen los Principios de Sevilla (2011) en los que se detalla, específicamente en el área del patrimonio arqueológico, nuevos objetivos para el desarrollo de los procesos tecnológicos respecto a la investigación, conservación e interpretación. Este documento consta de 8 principios y adicionalmente, agrupa una serie de definiciones y conceptos fundamentales, en los que destacan la anastilosis y la reconstrucción y restauración virtual. Esto conlleva a una mejor comprensión y al mismo tiempo oficializa términos para futuras referencias. Asimismo, reconoce la arqueología virtual como disciplina científica a cargo de la investigación y desarrollo de formas de visualización asistida.

Actualmente vivimos en un mundo digitalizado y es cada vez más importante y necesario adaptar las tecnologías en el ámbito en el cual nos desarrollamos. Para lograrlo es fundamental seguir ciertos parámetros, con el objetivo de preservar, catalogar y difundir obras patrimoniales de forma computarizada. Todo esto en pos de garantizar una completa lectura y comprensión de las piezas albergadas en los museos y contribuir a la misión de comunicar el legado histórico.

5.1 Técnicas utilizadas en la digitalización de piezas

El empleo de tecnologías constituye una herramienta esencial a la hora de la manipulación de piezas, especialmente las de mayor fragilidad. Es por esto que las técnicas de digitalización son la mejor opción para llevar a cabo esta tarea sin provocar daños por contacto de materiales o por una mala maniobra. En la actualidad existen diversas metodologías para realizar la digitalización y obtener el registro de datos que posteriormente serán procesados en un computador. Es importante destacar que existen innumerables formas y métodos para ejecutar este proceso, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas, por lo que es importante tener en cuenta la naturalidad del objeto y así poder elegir la técnica más idónea para su digitalización (Factum Arte, 2022).

Hoy en día, en el ámbito de la restauración, entre las técnicas más utilizadas para la digitalización de bienes culturales se encuentran la fotogrametría y el uso de variados tipos de escáneres 3D. Estas metodologías se encuentran en constante desarrollo por lo que gracias a su evolución es posible obtener resultados, tanto en diferentes plataformas como también en la calidad de estos, dependiendo del proyecto en cuestión (Ávila, 2017, 193).

A modo de definición, la fotogrametría es una "técnica que permite convertir una serie de imágenes bidimensionales en modelos 3D, con el fin de obtener las características geométricas de los objetos fotografiados y así conseguir un modelo tridimensional con terminaciones fotorrealistas idénticas al original" (Arcusa Magallón et al., 2016). Como describe el sitio web



Patrimoni Cultural de Catalunya (2022), las fotografías se capturan de tal manera que las imágenes pueden superponerse entre sí, luego con la ayuda de un programa especializado se localizan puntos coincidentes y se elabora una nube de puntos para finalmente reproducir la forma del objeto. Esta es una técnica que ha ganado popularidad dentro del área de la restauración debido a su rapidez y accesibilidad, ya que no es necesario disponer de equipos profesionales costosos puesto que con una cámara digital es suficiente para la toma de fotografías.

Por otra parte, los escáneres 3D son sistemas que ofrecen la descripción geométrica de un objeto mediante la emisión de un haz de luz que impacta en la superficie del objeto y retorna al dispositivo, que con el apoyo de un programa integrado al equipo, va registrando la forma tridimensional del objeto escaneado, obteniendo una nube de puntos que finalmente es trabajada en postproducción (González Muñoz et al., 2010). Existen variados tipos de escáneres 3D dependiendo del objeto en el que se quiera trabajar, por lo que, por ejemplo, para obras arquitectónicas los equipos suelen ser diferentes que los utilizados en obras de menor tamaño, pero en ambos casos se siguen los mismos principios.

5.2 Modelado 3D

Como se ha señalado anteriormente, hay variadas formas de digitalizar y crear modelos 3D dependiendo de las herramientas utilizadas, el profesional encargado y el proyecto en el cual se esté trabajando. Existen métodos automáticos como el escaneo y la fotogrametría, sin embargo, en algunos casos se puede recurrir directamente al modelado 3D. Como plantea Jorquera Ortega (2016, 16) este proceso es una "representación matemática de superficies utilizando geometría" en el cual el modelado se puede lograr manualmente mediante un software especializado que permite crear y deformar superficies poligonales, bordes y vértices. Posteriormente, el modelo se puede representar en pantalla como una imagen bidimensional luego de haber sido renderizada o también de forma tangible utilizando equipos de impresión 3D (Jorquera Ortega, 2016, 16).

En algunos casos donde es imposible estar presente para la toma de fotografías y poder realizar adecuadamente la fotogrametría del objeto, se puede recurrir al modelado basado en imágenes, en el que se utiliza una foto como referencia para la reconstrucción de modelos geométricos. A pesar de que este método no es tan preciso a la hora de capturar todos los detalles, texturas y estado físico del objeto en estudio, simplifica la tarea del modelado y reduce significativamente el tiempo de procesamiento. Es indispensable tener conocimientos de modelado 3D para la utilización de esta alternativa, ya que son necesarios para abordar de forma eficiente las herramientas requeridas para la obtención de la recreación de la pieza.

Conforme a la gran variedad de alternativas dentro del mundo del modelado 3D, existe de igual manera una amplia gama de softwares en los que se puede trabajar. Estos programas computacionales tienen diferentes rangos de precios, son específicos dependiendo de los proyectos a realizar y cada uno de ellos tiene características únicas. Los tipos de programas utilizados en esta área son los software CAD (*Computer Aided Design*) o en español, diseño asistido por computador, los cuales remplazan el dibujo manual por un proceso automatizado (Autodesk, 2022). Por lo tanto, son programas que se utilizan para crear y editar modelos bi y tridimensionales. Esta tecnología permite la agilización de los procesos manuales, consiguiendo así una mayor eficacia y un aumento de calidad.



Para efectos de lo que expone este Trabajo Final de Máster, se ahondará en un software específico, seleccionado por las razones que se detallan a continuación: dentro de la gran variedad de programas que existe, se optó por Blender debido a la extensión de sus características, popularidad en el área de reconstrucción virtual y la posibilidad de acceder a él de forma gratuita. Esto último es de vital importancia considerando los costos a los que pueden llegar las licencias requeridas para este tipo de herramientas.

5.3 Software de modelado y post-procesado: Blender

Tal como se describió previamente, existen innumerables alternativas al momento de elegir un programa computacional que cuente con todas las funciones necesarias y herramientas requeridas para la creación de un modelo 3D. Dentro de las posibilidades existentes en el mercado se encuentran diferentes opciones con versiones gratuitas, que cuentan con amplias funciones que suelen ser suficientes para obtener óptimos resultados (Ávila Rodríguez, 2019).

Blender es un programa gratuito multiplataforma que se puede ejecutar tanto en sistemas macOS, Linux como también Windows. Como detalla el manual del programa disponible en su página web (Blender Manual, 2022), una de sus características más destacadas es que dentro de los requerimientos mínimos de instalación, los requisitos de memoria necesarios para un buen funcionamiento son relativamente menores en comparación con otros softwares de características similares, por lo que lo posicionan dentro de los programas más elegidos por usuarios que se están iniciando en el mundo 3D. Cabe destacar que de igual forma es recomendable contar con un buen equipo para aprovechar al máximo todas las funciones, lograr un excelente desempeño y obtener un óptimo resultado del programa.

Dentro de las características principales de Blender se encuentran las herramientas para modelar y animar objetos y personajes. Las secuencias animadas se pueden utilizar para la producción de video y se les puede agregar color y textura a los modelados para conseguir resultados realistas y de buena calidad (Chirivella González, 2022). Algunas de las ventajas que merecen ser destacadas y que se mencionan en el sitio web del software son las siguientes:

- Interfaz personalizada: Diseño limpio y claro que permite modificar el espacio según las exigencias y preferencias de cada usuario.
- Renderizado: Debido a su potente motor llamado *Cycles*, se logran renderizaciones ultra realistas.
- Modelado: Gracias a un extenso número de herramientas y atajos de teclado para crear un flujo de trabajo rápido, se puede crear y transformar modelos de forma sencilla.
- Esculpido: Las herramientas de esculpido digital presentes en Blender otorgan la potencia necesaria durante todo el proceso de creación y simplifican su desarrollo.

Es importante mencionar que debido a las cualidades del programa y para aprovechar al máximo todas las herramientas y funciones que posee, es fundamental un conocimiento intermedio de este, ya que su uso está limitado a las habilidades y aptitudes de cada usuario.

5.4 Uso de herramientas tridimensionales en elementos históricos

En el campo de la conservación y restauración, especialmente en el área del patrimonio arqueológico, el uso del modelado está siendo cada vez más demandado por profesionales que emplean herramientas 3D. Estas tecnologías se han puesto al alcance de muchas instituciones educacionales, museos y profesionales de todo ámbito, lo que ha permitido tanto abrirse a posibilidades completamente nuevas como también a perfeccionar los procesos habitualmente utilizados.

Dentro de los usos más comunes en los que se pueden aprovechar las herramientas tridimensionales en el ámbito del patrimonio cultural, se encuentran la restauración y conservación, documentación, investigación y difusión (Patrimoni.gencat.cat., 2022). En el mundo de la restauración, el uso de modelos 3D puede servir para crear reconstrucciones y restauraciones virtuales. Adicionalmente, en piezas fragmentadas de excesiva fragilidad, se pueden realizar estudios de los faltantes sin la necesidad de un contacto directo con el objeto, evitando una manipulación excesiva. Por otra parte, se pueden crear moldes y soportes para piezas y también utilizar los recursos de impresión 3D para imprimir faltantes e incluso réplicas. A modo de ejemplo se puede citar los trabajos realizados por Pablo Aparicio, en los que en primer lugar detalla la restauración virtual de un recipiente cerámico de la edad de bronce. Aquí se observa el modelo original, luego el proceso de reconstrucción y reintegración de los fragmentos perdidos y por último una recreación virtual de la pieza para mostrar como hubiese sido antes de fragmentarse (Fig. 12). En segundo lugar, se observa el uso de herramientas computacionales para el dibujo arqueológico y reconstrucción de una ánfora (Fig. 13).

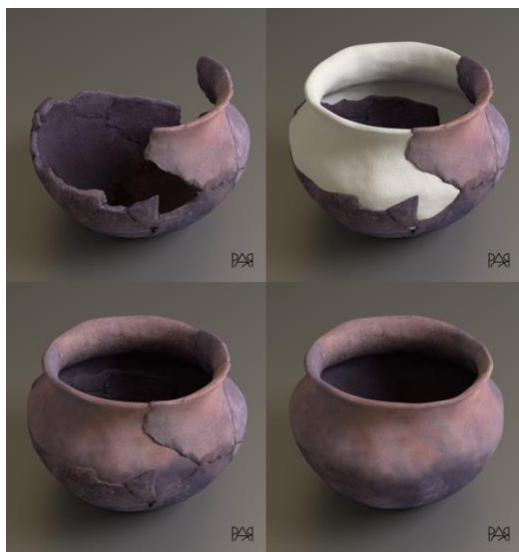


Figura 12. Reconstrucción digital de una cerámica de la edad de bronce. Fuente: Pablo Aparicio, 2015 www.parpatrimonio.com.



Figura 13. Dibujo arqueológico y modelo 3D de una ánfora. Fuente: Pablo Aparicio, 2013 www.parpatrimonio.com.



En el ámbito de documentación e investigación, las herramientas 3D han generado la posibilidad de registrar íntegramente monumentos en peligro y objetos arqueológicos de siglos de antigüedad, que al tenerlos ordenados y registrados computacionalmente, generan una documentación detallada que puede ser útil tanto para una futura investigación como también para una restauración. El tener un modelo 3D del objeto en estudio pone al alcance de los investigadores un recurso esencial que permite la observación global del objeto en todos los ángulos y la posibilidad de saber de antemano lo que se puede esperar del original.

Con respecto a la difusión, este punto es crucial debido a la época en la que estamos viviendo. La capacidad actual para mostrar objetos de manera *online* es significativamente mayor que hace algunos años atrás. La accesibilidad a internet desde cualquier dispositivo permite llegar a un amplio número de personas y acercar el patrimonio incluso a los más pequeños que ya viven inmersos en la tecnología. Los modelos 3D abren nuevas posibilidades de comunicación y hacen de esta una forma más interactiva de relacionarse con el pasado, logrando acercar una cultura de forma más tangible y realista y también regenerando lazos entre el público y el objeto en cuestión. A modo de ejemplo, se puede poner el caso del Museo de Historia de Manacor en Mallorca y el Museo de Arqueología de Cataluña, ambos sitios webs tienen un apartado que contiene algunas de las piezas más representativas del museo en formato 3D (Fig. 14 y 15). De igual forma, algunos museos e instituciones que no poseen este apartado dentro de su página web, sí tienen modelos de algunas de sus piezas en uno de los repositorios en línea más conocidos para modelos 3D llamado *Sketchfab*.

Sketchfab es una plataforma que fue fundada en París a principios del 2012 y nació de la necesidad de visualizar diseños en 3D de manera profesional y como solución a las antiguas formas de compartir contenido tridimensional. El sitio web ha crecido rápidamente, por lo que está siendo cada vez más popular en el ámbito de realidad virtual y modelado. La idea detrás de la empresa fundadora fue que tanto la creación como el consumo de contenido 3D fuesen una parte cada vez más importante de nuestras vidas en la era digital que estamos viviendo (Partechpartners.com, 2022). Con una comunidad de millones de creadores, posee una enorme biblioteca en la cual los modelos son creados en una variedad de plataformas diferentes, y asimismo permite a los creadores albergar contenido 3D y ponerlo a disposición para su visualización, descarga y venta. Para empezar, lo único que se necesita es crear una cuenta y esto permitirá interactuar con la comunidad, subir archivos, comentar e incluso compartir variadas plantillas con otros usuarios (3Dnatives, 2020).

Dentro de este sitio web dedicado a la visualización y difusión de contenido 3D se pueden ver galerías con los modelos de diferentes organizaciones culturales de todo el mundo, tales como el *British Museum*, el Museo Arqueológico Nacional de España, *The Natural History Museum* en Londres, entre otros (Fig. 16).



Figura 14. Captura de la sección de la colección 3D en la página del Museo Arqueológico de Cataluña. Fuente: www.macbarcelona.cat/Col-leccions/La-col-leccio-en-3D/La-col.leccio-del-MAC-en-3D.

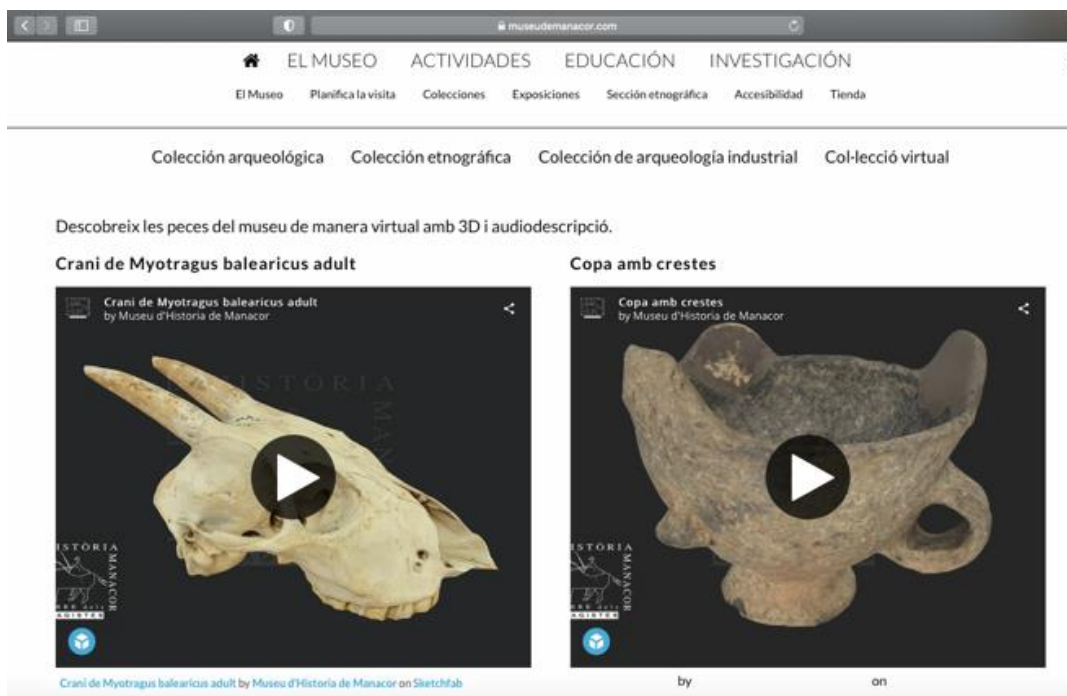


Figura 15. Captura de la colección virtual de piezas del Museo de Historia de Manacor. Fuente: www.museudemanaacor.com.



Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza cerámica precolombina chilena: una aproximación a su estudio y difusión.

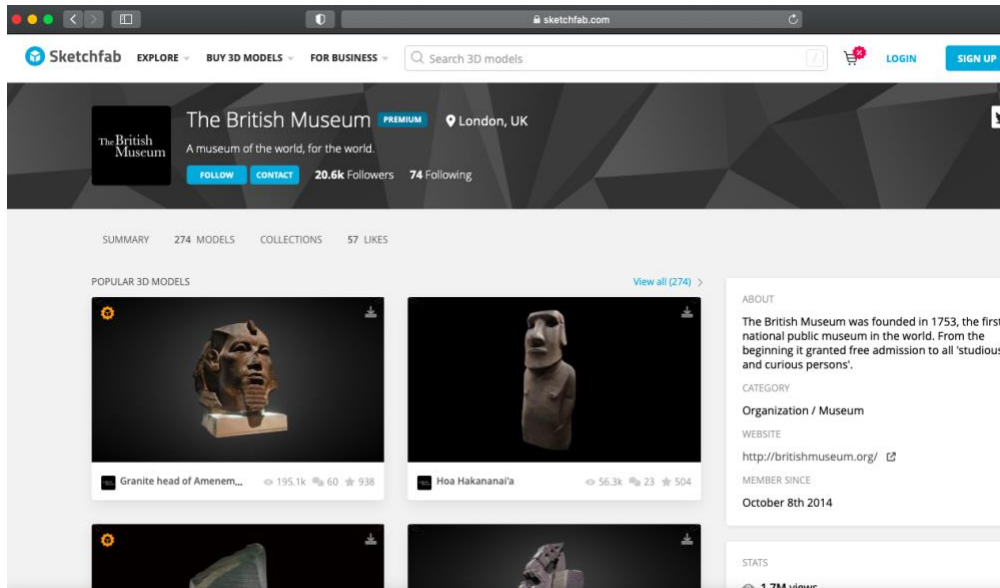


Figura 16. Captura de la página principal del British Museum en la plataforma de Sketchfab. Fuente: www.sketchfab.com/britishmuseum.



6.- CAPÍTULO III: Chile y su identidad Precolombina

Para la realización de la parte experimental de este Trabajo Final de Máster, primero fue necesario la elección de una cultura precolombina para posteriormente elegir una pieza en particular y trabajar con ella. A pesar de que se podría haber elegido un área cultural más predominante y mundialmente conocida dentro de las civilizaciones pasadas, lo que realmente influyó en la toma de decisión fue la falta de reconocimiento y poca valoración que existe en Chile sobre sus propios pueblos originarios. Tal como describe Pazos (2017), la relación que Chile mantiene con su pasado precolombino es incierta y no se llega a comprometer con su pasado precolombino, muy por el contrario de lo que ocurre con otros países de Latinoamérica como Perú, Ecuador y México.

La falta de apreciación a la cultura indígena en Chile empieza principalmente por la ignorancia. Desde hace un tiempo, en el área de la educación, se ha preferido impartir más horas lectivas sobre temas relacionados a culturas extranjeras que a las propias culturas originarias, lo que ha dado como consecuencia un desconocimiento y problemas a la hora de la construcción de la identidad como país (Pazos, 2017). Es importante dar a conocer y educar desde temprana edad sobre la enorme diversidad de culturas que han existido y siguen existiendo a lo largo del territorio chileno, que es lo que finalmente constituye la riqueza, costumbres e identidad del país. Es de vital importancia recalcar que el hecho de que se hayan extinguido los esfuerzos y la disposición de un país para reconocer y proteger a sus pueblos originarios, no quiere decir en ningún caso que dichos pueblos se hayan extinguido realmente.

Para revertir esta tendencia hacia la vocación por lo extranjero que da paso a una invisibilización de lo originario, es necesario dar un impulso a la apreciación del patrimonio. Esto se puede traducir en un mayor grado de exposición, dando a conocer el aporte de las culturas originarias de formas más interactivas y acordes a la realidad digital en la que estamos viviendo.

6.1 Culturas precolombinas del norte de Chile

Como fue mencionado anteriormente en el capítulo I, Chile es un territorio largo y angosto que se identifica por manifestar diversos tipos de clima debido a su extensión vertical. Su paisaje se caracteriza por una gran variedad de geografía, en la cual destacan la Cordillera de los Andes, la Cordillera de la Costa y las planicies litorales que conectan el territorio con el océano (Marcachile, 2015). Como describe la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022) desde un punto de vista climático, la existencia de desiertos, montañas, lagos y glaciares se debe a su posición frente al Océano Pacífico y a los relieves montañosos mencionados anteriormente, lo que conlleva a que se generen, en líneas generales, 5 zonas naturales de norte a sur (Fig. 17).



Figura 17. Esquema de las zonas geográficas de Chile. Fuente: Elaboración propia.

La variedad climática comienza con la aridez extrema en el norte, climas templados en la zona central para luego finalizar con bosques, lluvias y nieve en el sur. Gracias a esta variada geografía, distintos pueblos originarios habitaron el territorio chileno, cada uno de ellos diferenciándose en sus actividades, cultura y estilo de vida.

Partiendo por el norte de Chile, se pueden distinguir varios pueblos originarios dentro de la región. A pesar de que el desierto de Atacama se extiende por la mayor parte del territorio del norte y proporciona un clima de sequedad extrema, se desarrollaron pueblos que durante años generaron de igual forma culturas y sociedades con tradiciones andinas importantes para el estudio patrimonial (Biblioteca Nacional de Chile, s.f.).

Los pueblos más destacados del norte de Chile fueron los Aymaras, Atacameños, Changos y Diaguitas. Los tres primeros mencionados se ubicaron en el extremo norte de Chile, zona denominada norte grande. Aquí, cada uno de ellos desarrolló diferentes niveles de crecimiento cultural dependiendo de las condiciones climáticas y de las actividades que practicaban. Los Aymaras fueron un pueblo nómada del altiplano nortino, los cuales se destacaban por ser hábiles recolectores y cazadores. Entre las expresiones artísticas aymaras destacan la orfebrería y sus trabajos textiles. Estos últimos eran destinados al vestuario y sobresalían por su fineza y gran técnica (Precolombino, s.f.).

Por su parte, los Atacameños tenían un estilo de vida sedentario y habitaban en los oasis y valles de la región de Atacama. En el arte atacameño destacaron su cerámica, textiles, bailes y orfebrería. Con respecto a la cerámica, esta se destacaba por ser monocroma, muy bien pulida y los colores utilizados en sus piezas variaban entre negro y rojo (Fig. 18 y 19).



Figura 18. Botella antropomorfa negra pulida de la cultura de San Pedro. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.



Figura 19. Escudilla roja pulida de la cultura de San Pedro. Fuente: Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.

Bordeando toda la costa del norte grande se ubicaron los Changos, los que estuvieron dedicados a la pesca y a la explotación de recursos marinos. Tal como se expone en el Museo Chileno de Arte Precolombino, sus viviendas y herramientas de uso diario eran simples pero cumplían con las expectativas. La Biblioteca Nacional de Chile (s.f.) expone que este pueblo mantuvo un bajo proceso de crecimiento cultural debido a las difíciles condiciones climáticas a las que estaban expuestos. No obstante y a pesar de las dificultades que tuvieron para desarrollarse, los Changos fabricaron diversos elementos que les sirvieron para realizar sus actividades. Su símbolo más distintivo fue la balsa de cuero de lobo marino que junto con espinas de cactus, arcilla, grasa animal y otros elementos lograron darle forma e impermeabilidad a su objeto más representativo (Museo Nacional de Historia Natural, s.f.).

Entre el norte grande y la zona central se encuentra el territorio semiárido, conocido como el norte chico, que cuenta con una larga historia precolombina, ya que hospedó culturas y pueblos originarios importantes para el desarrollo de la región. Sus valles que unen la cordillera con el mar presentan paisajes secos y poblados por arbustos y cactus. La arqueología ha comprobado que en el inicio de los tiempos estuvo habitado por cazadores y recolectores los que posteriormente, al comienzo de nuestra era, se agruparon en comunidades más desarrolladas gracias a los cambios meteorológicos que generaron un clima similar al actual (Berenguer et al., 2013). Como expone Ampuero Brito (1986) es en este momento en el que se originan aldeas más desarrolladas y ocurren cambios culturales significativos, tales como que las comunidades incorporan dentro de sus actividades la agricultura y alfarería y dejaron de depender totalmente de la caza de animales y recolección de fruta. Esto sienta un precedente para la evolución de las culturas habitantes de esa zona.

6.1.1 Los Diaguitas

Aproximadamente cerca del año 1.000 se consolidan todos los cambios culturales que se venían generando en la zona y empiezan a establecerse en pequeñas aldeas los Diaguitas, uno de los pueblos agroalfareros más destacados del territorio semiárido. Estos grupos de aldeanos habitaron tanto en el interior de los valles como también en zonas costeras y las construcciones que utilizaban para vivir eran chozas fabricadas de barro y paja (Icarito, 2009).

Las principales actividades realizadas por los Diaguitas variaban dependiendo del área en donde vivían. Los grupos que habitaron al interior de los valles se dedicaban a la cosecha de maíz,

quinoa y algodón, siendo este último utilizado para la fabricación de su vestimenta y otros textiles. Adicionalmente la recolección de frutos y la crianza y caza de animales también eran tareas comúnmente realizadas por los aldeanos (Icarito, 2009). Por su parte, los grupos que vivían en la costa se dedicaban a la recolección de mariscos y a la pesca.

A pesar de que los Diaguitas se dedicaban principalmente a la agricultura, también fueron importantes artesanos (Fig. 20), tanto metalúrgicos como ceramistas, siendo esto último lo que los hizo popularmente reconocidos, ya que dejaron un valioso legado cultural en el cual expresaron sus rasgos más distintivos a través de las piezas que fabricaban (Ampuero Brito, 1986).



Figura 20. Alfarero Diaguita durante la elaboración de escudillas. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.

Con respecto a la elaboración de cerámica, siendo esta la mayor expresión artística de esta cultura, se observó una estética constante con ciertas evoluciones expresadas más en el modelado que en la decoración. Tal como describe Ampuero Brito (1978) tras numerosos estudios y excavaciones arqueológicas, se pudo concluir que la fabricación de piezas de este material se dividió en 3 fases: fase I, II y III.

En la fase I la cerámica estaba representada por piezas principalmente de color rojo con decoraciones geométricas simples de color negro y rojo sobre bandas blancas ubicadas en el exterior de la pieza (Fig. 21). Los elementos mayormente utilizados correspondían a líneas en zigzag, rayas quebradas y rombos repetidos de forma constante sobre la superficie. Adicionalmente, se pudo observar que los objetos mayormente fabricados eran escudillas, las cuales tenían paredes redondeadas y bases cóncavas. Asimismo, dentro de la producción de piezas empezaron a aparecer las primeras representaciones antropomorfas en platos y jarros.



Figura 21. Escudilla policroma de paredes redondeadas fase I. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.

La fase II, comúnmente conocida como período clásico, corresponde al momento más destacado en cuanto al progreso estético de la cerámica Diaguita (Ampuero Brito, 1978). Es aquí donde se desarrolló una fina cerámica, que sin duda fue la más representativa que se conserva de esta cultura. Se siguieron con los mismos tonos y colores utilizados en la fase I pero con mayor variedad de motivos decorativos. Dentro de los objetos más elaborados se encuentran escudillas, platos y jarros los cuales se pintaban con motivos geométricos aplicados en franjas horizontales sobre la superficie exterior de la cerámica en cuestión (Cabello Baettig et al., 2016). Cabe destacar que en el estilo clásico las escudillas cambiaron de forma y pasaron a tener paredes rectas pero se mantuvo la base cóncava (Fig. 22 y 23). Por lo general, con respecto a los diseños que se observan representados en sus piezas cerámicas, destaca la utilización de líneas, puntos, formas de zigzag y ondas que son repetidas uniformemente sobre la mayor parte de la superficie.



Figura 22. Escudilla policroma Diaguita (1200-1400)
Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.



Figura 23. Escudilla con atributos felinos (1000-1400)
Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.

El continuo proceso de fabricación se tradujo en una mayor variedad de productos, por lo que en esta fase de producción fueron comunes los jarros asimétricos y escudillas zoomorfas dentro de la cerámica utilitaria. Según Ampuero Brito (1986) es en esta fase de desarrollo en la cual, con la aparición de los jarros-patos, se evidencia el nivel estilístico alcanzado en relación con los trabajos de modelado y decoración. Este tipo de piezas cerámicas corresponden tanto a jarros antropomorfos como también zoomorfos, los cuales presentan diseños geométricos en su superficie y donde su asa une la abertura del jarro con la cabeza de la figura representada (Fig. 24).



Figura 24. Jarro-pato antropomorfo (1000-1400) Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.

En adición a los recursos geométricos que decoraban la mayor parte de sus creaciones, los Diaguitas recurrieron mucho a las representaciones animales en la elaboración de sus piezas cerámicas. Muchas de las vasijas y jarros fabricados muestran la relación que este pueblo tenía con la naturaleza, específicamente con los felinos, ya que para ellos representaban fuerza y vivacidad y sobre todo conexión con el mundo sobrenatural (Berenguer et al., 2013).

Alrededor del 1470 se produce la expansión y llegada del imperio Inka al territorio chileno habitado por los Diaguitas. En ese momento no solo se transformó la organización social de la zona, sino que también se produjo un cambio en la forma y motivos decorativos de sus artesanías. Es aquí donde se inicia la fase III con respecto a la elaboración de cerámica. Como expone Ampuero Brito (1978) la evidencia arqueológica demuestra una transformación en la cultura de los Diaguitas, lo cual se expresó en nuevas técnicas de regadío, metalurgia y alfarería. La cerámica de este período no abandonó las representaciones previas si no que utilizó formas y diseños provenientes del Cuzco aumentando la variedad de formas, calidad e iconografía a la alfarería local (Cabello Baettig, 2016). En consecuencia, las piezas cerámicas en esta fase de elaboración no solo se enriquecieron en técnicas de modelado y decoración, sino que también se lograron unificar estilos sin dejar de lado la representación y formas propias de los Diaguitas.

En la época Diaguita-Inka se prosiguió con la fabricación de escudillas, vasijas y jarros-pato, sin embargo se distinguen ciertas variaciones, específicamente relacionadas con los colores utilizados. Un ejemplo de lo dicho anteriormente es que en muchos objetos se observó una amplia utilización del color blanco en la superficie (Fig. 25). De igual forma, las escudillas pasaron a ser elaboradas con paredes más finas e inclinadas hacia afuera. Es así como nuevas formas cerámicas empezaron a ser elaboradas por los artesanos locales, las que incluían escudillas dobles, jarros con forma humana y vasijas acampanadas (Cabello Baettig, 2016) todas ellas decoradas con influencia cuzqueña junto con motivos Diaguita clásicos (Fig. 26). Igualmente, objetos cerámicos propios del imperio Inka tales como los aríbalos, que se distinguen por tener cuello largo y cuerpo voluminoso, empiezan a manifestarse dentro del repertorio alfarero Diaguita (Fig. 27).

En esta fase, la mezcla de los diseños de ambas culturas observados en la elaboración de cerámica evidenció el encuentro cultural ocurrido, generando diseños y patrones únicos. Es importante mencionar que durante las fases de producción de piezas cerámicas, la mayor parte de estos objetos fueron empleados como objetos utilitarios para servir comidas y bebidas. No obstante, a pesar del uso cotidiano que se les daba a estas piezas, muchas de ellas acompañaban a los difuntos y formaban parte esencial de la vestimenta y objetos con los que los enterraban como símbolos de ofrendas mortuorias (Berenguer et al., 2013).



Figura 25. Jarro-pato zoomorfo con diseños combinados Inkas y Diaguitas. Fuente: *El arte de ser Diaguita*. Museo Chileno de Arte Precolombino.



Figura 26. Escudilla doble Diaguita-Inka Fuente: *El arte de ser Diaguita*. Museo Chileno de Arte Precolombino.



Figura 27. Aribalo Diaguita-Inka con diseño de rombos. Fuente: *El arte de ser Diaguita*. Museo Chileno de Arte Precolombino.

6.2 Elección de la pieza

Dentro del territorio chileno, la región del norte formó parte de una importante zona de fabricación de piezas cerámicas durante el periodo antes de la conquista. Tal como expone Castro y Varela (1990) el origen de la alfarería en culturas precolombinas está asociado a las primeras actividades agrarias y responde a las necesidades cotidianas de tener utensilios y elementos



prácticos para el día a día. Adicionalmente, con la piezas cerámicas que fabricaban eran capaces de manifestar sus costumbres, símbolos y vestimentas comunes utilizando la forma y decoración de estas. Cada uno de los pueblo presentes en esta zona del territorio expresaron su tradición por medio de distintos estilos y técnicas lo que los hizo únicos al momento de estudiar sus piezas. Por su parte, los Diaguitas produjeron una inmensa cantidad de objetos con diseños y estilos decorativos variados y se caracterizaron por ser expertos y reconocibles alfareros dentro del área Surandina y sobre todo dentro del territorio norte de Chile (Castro y Varela, 1990).

Dada la importancia y relevancia de la producción alfarera de esta cultura, se decidió por la elección de una de sus pieza para su estudio. Por consiguiente, para la realización de la etapa experimental de este trabajo, se seleccionó una escudilla policroma perteneciente a la colección actual que dispone el sitio web del Museo Chileno de Arte Precolombino.

Debido a que la elaboración del modelo que se realiza en Blender utiliza como referencia una única fotografía, se optó por la elección de una pieza sencilla y sin formas irregulares que complicaran el proceso a causa de falta de información para no caer en falsas reproducciones.

6.2.1 Identificación de la pieza

Para la identificación de la pieza elegida se tomó como fuente la información disponible en la página web del museo que detalla lo siguiente:

- Material: Cerámica
- Período: 900 - 1200 DC
- Medidas: 85mm de alto, 152mm de diámetro
- Código de la pieza: MAS-1098



Figura 28 Escudilla policroma elegida para la parte práctica del estudio. Fuente: www.museo.precolombino.cl

6.2.2 Descripción de la pieza

La pieza destinada a la etapa práctica de este trabajo es un contenedor abierto de cuerpo cilíndrico cuyas paredes son mayormente rectas y posee una base cóncava. Se observa una superficie lisa, con bordes regulares y no demasiado gruesos. En relación con los colores utilizados, se distingue un tono rojo tanto al interior de la pieza como también en su base. En el exterior se observa una franja color crema que bordea toda la escudilla con motivos de zigzag pintados de negro y rojo. La obtención de los pigmentos que se usaban comúnmente en la elaboración de sus artesanías dependía completamente de sustancias vegetales y minerales que se encontrarán en su entorno (Icarito, 2010).

Respecto a la decoración, esta se encuentra en la parte exterior de la escudilla y está compuesta por una pintura lineal roja y negra reproduciendo patrones zigzag sobre una franja color crema. Asimismo, de cada uno de ellos salen líneas verticales de diferentes tamaños que complementan el motivo decorativo (Fig. 29).

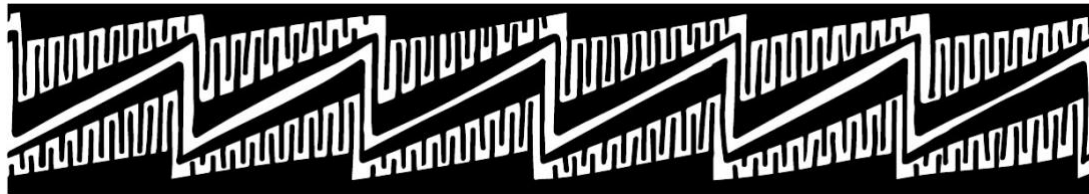


Figura 29. Dibujo plano de la decoración de la escudilla. Fuente: Elaboración propia.

6.2.3 Estado de conservación de la pieza

Por lo que se puede apreciar a través de la fotografía que se utilizó como referencia, el estado general de la pieza es bueno ya que no se observan zonas faltantes en ningún área del objeto y tampoco fisuras identificables a simple vista. Tampoco se perciben restauraciones anteriores que pudieran evidenciar restos de adhesivo o cinta adhesiva. Tanto en el área del borde como en el resto de la escudilla fue posible observar desgaste normal de la pintura utilizada en la decoración cromática.

6.3 Proceso del dibujo 3D de la pieza a partir de una fotografía

La documentación digital, el uso de las tecnologías, los modelos 3D y los diferentes materiales y texturas aplicados, evidencian el potencial que tiene la utilización de estas herramientas a la hora de colaborar y resolver problemas en el área del desarrollo del patrimonio cultural. Como se mencionó en el capítulo II, actualmente existen formas variadas de registrar objetos y monumentos para posteriormente trabajarlos en un computador y realizar animaciones tridimensionales. La mayoría de ellas implican un importante consumo de tiempo, como también una considerable inversión en equipos para obtener resultados. Sin embargo, dentro de las diversas alternativas que se pueden emplear para obtener un modelo 3D de un objeto patrimonial, también está el método que se utiliza en este trabajo de investigación: la creación desde cero de una escudilla Diaguita empleando como referencia una fotografía y utilizando herramientas de modelado y esculpido digital para posteriormente texturizarla, iluminarla y finalmente renderizarla.



En este apartado se expone la metodología seguida para la creación de la representación 3D de la escudilla elegida. Cabe mencionar que como todo tipo de procedimiento, es imprescindible elaborar una planificación con los pasos a seguir con el fin de obtener una mejor organización antes de comenzar a realizar un modelado 3D. La elección de las herramientas y del proceso a seguir para elaborar, en un principio, la geometría de la pieza se basó en el videotutorial de Pablo Aparicio disponible en el sitio web de PAR, arqueología y patrimonio virtual. Para las siguientes etapas del proceso se siguieron diversos tutoriales y videotutoriales *online* para llevar a cabo las diferentes fases del proyecto.

A continuación se describen los pasos empleados para la creación del dibujo 3D utilizando en un principio el software Blender y posteriormente Adobe Photoshop.

6.3.1 Geometría y volumen del objeto

En primer lugar, para la creación del esqueleto del modelo se dispuso la fotografía de referencia, obtenida desde el sitio web del Museo Chileno de Arte Precolombino, en la pantalla de inicio de Blender. Luego, para crear el perfil de la pieza, se añadió un plano y trabajando en modo edición, se añadieron vértices con la herramienta de extruir para así ir creando el contorno de uno de los lados la escudilla (Fig. 30). Aquí no fue necesario contar con demasiada precisión al momento de trazar un lado del contorno debido a que más adelante se aplican modificadores para mejorar su apariencia.

Para poder crear el volumen fue necesario añadir y aplicar dichos modificadores. Estos son conjuntos de operaciones automáticas que pueden ser añadidos mediante el menú desplegable *Add modifier*, y los cuales afectan la geometría del objeto de una manera no destructiva. Asimismo, generan operaciones que pueden añadirse o eliminarse sin interferir con el modelo original de la pieza (González Morcillo y Vallejo Fernández, 2009). En este caso, se utilizó el modificador llamado *screw* para rotar el contorno que se había creado y así generar el volumen de la escudilla. Posteriormente, para darle un acabado más suavizado se aplicó el modificador *subdivision surface* (Fig. 31).



Figura 30. Captura de visualización de la creación del perfil y sección transversal de la pieza.
Fuente: Elaboración propia.

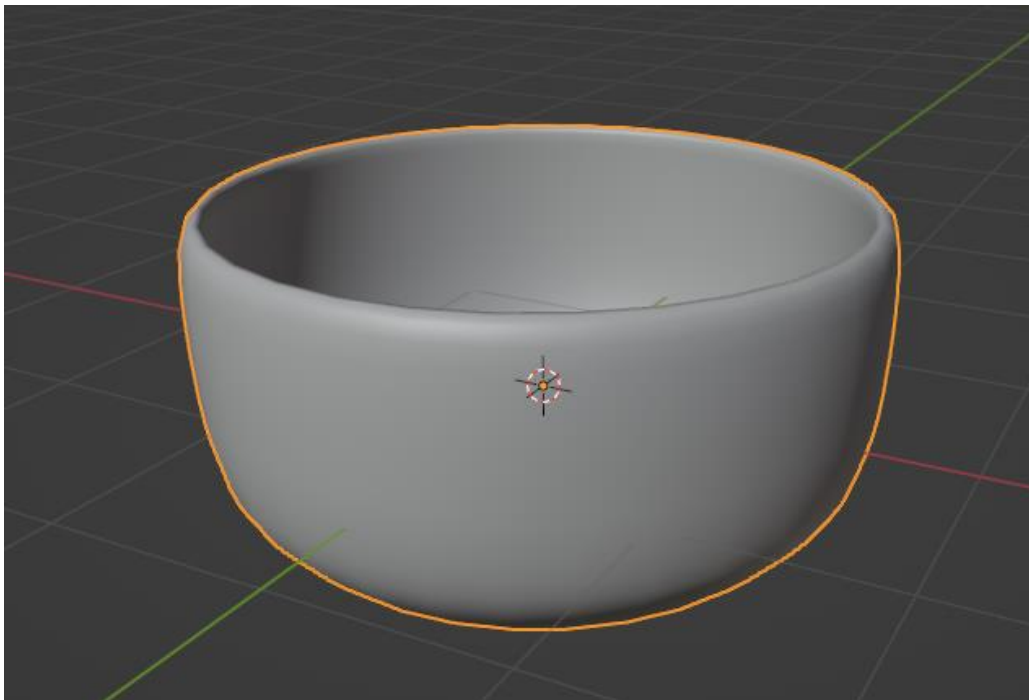


Figura 31. Captura de visualización de la creación del volumen de la escudilla con los modificadores aplicados.
Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Desarrollo mapas UV

Ya con el volumen del objeto terminado, la siguiente etapa fue la elaboración de los mapas UV. Tal como se explica en el manual de usuario de Blender, la sigla "UV" se usa para referirse a los ejes en un plano bidimensional, de igual forma que X, Y y Z se usan para denotar los ejes de un espacio tridimensional. De este modo, el editor UV es una forma sencilla de mapear una textura en 2D a un objeto en 3D. Esta forma de mapeo consiste en un despliegue de la figura, por lo que la malla tridimensional se desenvuelve quedando de forma plana para posteriormente texturizarla de manera más realista (Blender, 2022). En otras palabras, este procedimiento consiste en aplanar virtualmente el cuerpo volumétrico, generando la geometría en solo dos dimensiones. Tal como describe Blender en su manual de usuario, el método de edición UV permite que luego al momento de agregarle una textura, esta esté asociada a cada polígono del modelo, generando así un adecuado resultado final.

En el caso del modelo trabajado, basado en la escudilla Diaguita, para poder elaborar los mapas UV fue necesario crear diferentes secciones usando la herramienta de *mark seam*. Este procedimiento logró crear costuras para separar las áreas del modelo para que posteriormente fuese más sencillo aplicar cada una de las texturas en futuros pasos.

Las zonas divididas fueron las siguientes:

- a) zona interior: cúpula o bóveda
- b) zona exterior que corresponde al alzado de la pieza cerámica
- c) zona superior que corresponde con labio de la pieza
- d) zona exterior: base

Tras haber separado las áreas previamente mencionadas, se prosiguió con el despliegue de cada una de ellas mediante una operación denominada *unwrapping*. Aquí es el momento en el que cada una de las superficies, guiadas por las costuras que fueron dispuestas anteriormente en puntos específicos, se aplanaron formando finalmente el mapa UV en dos dimensiones (Fig. 32). Todas las áreas se dispusieron en un mismo plano, el cual posteriormente se exportó en formato png para poder trabajar las texturas en el programa de edición seleccionado.

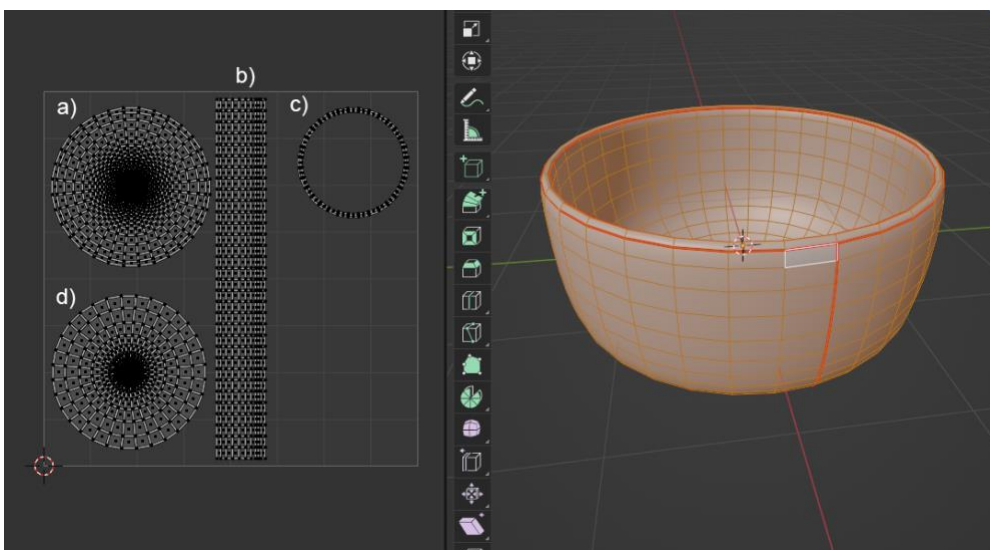


Figura 32. Izquierda: a) mapeo UV de la zona interior (cúpula), b) mapeo UV zona exterior (alzado de la pieza) c) mapeo UV zona superior, d) mapeo UV zona exterior (base). Derecha: Captura de visualización del mapeo UV del objeto en su totalidad con las costuras marcadas. Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Texturizado

En los objetos 3D las texturas juegan un papel fundamental para una correcta interpretación de la pieza. Para la realización de esta etapa se seleccionó el software de edición de fotografías Adobe Photoshop debido al manejo de las herramientas y funciones optimizando el rendimiento durante el proceso de texturizado.

En relación con el proceso de creación de la textura, es importante recalcar que para que un diseño pueda ser aplicado a un objeto 3D, este tiene que estar extendido, es decir, en formato 2D. Es por eso, que para texturizar el área de la cerámica de la zona decorativa, se elaboró el diseño de la escudilla de forma extendida utilizando herramientas de calco y pincel, teniendo siempre como referencia la imagen original del objeto en cuestión (Fig. 33).



Figura 33. Patrón decorativo de la escudilla extendido y coloreado. Fuente: Elaboración propia.

Una vez con el patrón decorativo listo, se procedió a abrir la imagen del mapa UV exportada anteriormente desde Blender en Photoshop. Esta imagen estaba compuesta por líneas que fueron utilizadas como guías para así poder pintar la trama de la escudilla sobre ella. En cada zona del mapeado se rellenó y se dispuso la textura correspondiente generando la imagen final de la textura de la pieza (Fig. 34 y 35). Es importante señalar que en este paso, en el cual se aplicó la textura sobre el diseño UV, no fue necesario pintar el mapeado con demasiada prolijidad debido a que Blender, al momento de asociar la imagen de la textura con el mapeo UV, selecciona solamente la información presente al interior de las líneas.

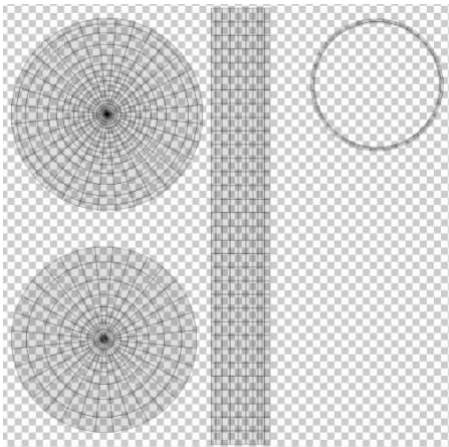


Figura 34. Imagen del diseño UV generado en Blender. Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Textura aplicada sobre diseño UV en programa de edición. Fuente: Elaboración propia.

Con la textura bidimensional terminada que se elaboró en Photoshop, se procedió a agregarla al modelo 3D de la escudilla. Para poder llevar a cabo este procedimiento, en Blender se agregó un nuevo material a la pieza modelada y dentro de las opciones se seleccionó *image texture* como color de base, para posteriormente elegir la imagen de la textura creada en el paso anterior (Fig. 36). Esto dio como resultado la textura de la escudilla situada perfectamente en la superficie del modelo.

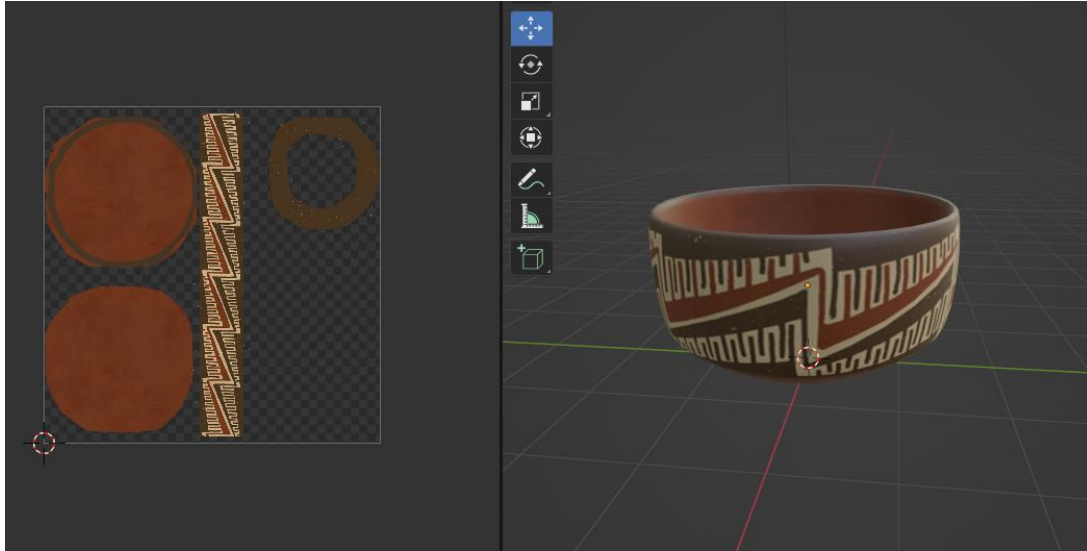


Figura 36. Captura de visualización del modelo con la textura asociada. Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Iluminación y renderizado

La simulación del comportamiento de la luz es uno de los factores más relevantes para obtener un resultado de alta calidad. Debido a esto, la iluminación de la escena en donde está presente el objeto influye de manera fundamental en su percepción general y por lo tanto, el buen uso de esta puede mejorar significativamente la apariencia de la pieza en la que se está trabajando. Por lo mismo, para evitar que el renderizado final luzca oscuro y con poca visibilidad, haciendo perder detalles y texturas del objeto, es crucial iluminar correctamente toda la escena. Ya habiendo creado una superficie en la cual se colocó el objeto, se procedió a elegir la fuente de luz que mejor se adecuara a las características de la pieza. Blender dispone de 4 tipos de lámparas: *point*, *sun*, *spot* y *area*. Cada uno de estos tipos de iluminación cuenta con propiedades diferentes, las cuales pueden ser personalizadas a gusto del usuario. En este caso en particular, se eligió una fuente de luz tipo *area*, en forma de rectángulo, y se modificaron los parámetros de potencia y color de la luz emitida para dar a así con la escena iluminada deseada (Fig.37).

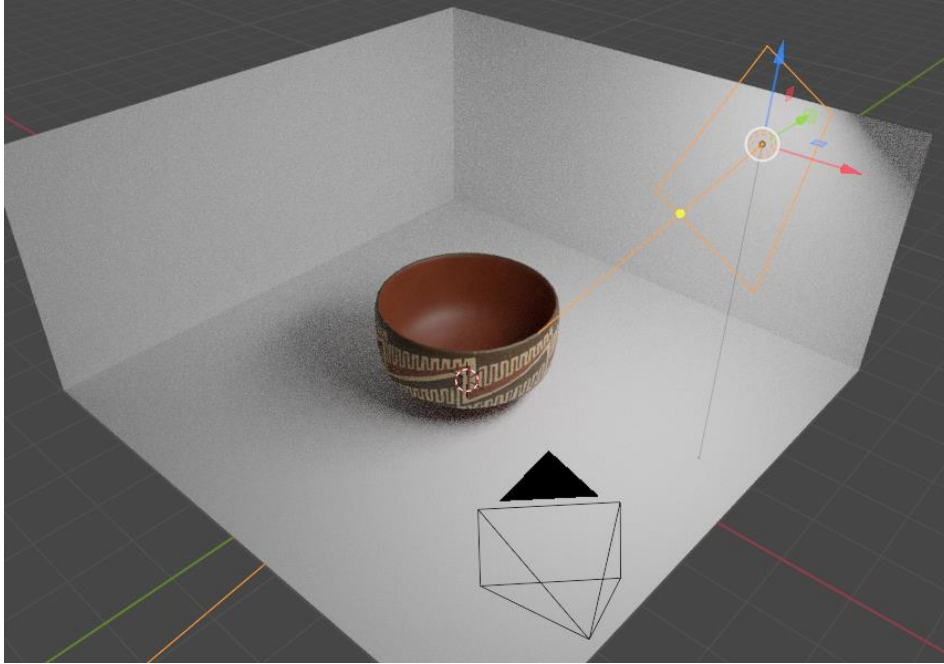


Figura 37. Captura de pantalla del diagrama de iluminación de la pieza. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se estuvo conforme con la iluminación de la escena y con la superficie en donde se dispuso la pieza, se inició el proceso de renderizado del modelo. Un render es la creación de una imagen digital fotorrealista que tiene en cuenta tanto los efectos ambientales de la escena como también las configuraciones y parámetros establecidos en las configuraciones. En Blender existen dos tipos de motores para renderizar e interpretar la geometría de los objetos: *Cycles* y *EEVEE*. En esta ocasión se utilizó el primero debido a sus resultados ultra realistas.

6.4 Resultados y propuesta de visualización y difusión del modelo 3D

El proceso de renderizado puede tomar un tiempo dependiendo de los efectos utilizados, el tamaño del archivo y la potencia del equipo con el cual se está trabajando. En el caso de estudio correspondiente a la escudilla Diaguita, este proceso demoró unos minutos y se obtuvo como resultado una imagen ultra realista de la pieza (Fig. 38). Adicionalmente a la fotografía obtenida, también se exportó en formato Wavefront (.obj) el cual es un tipo de archivo que almacena geometría en 3D, tales como coordenadas, mapas de textura, información de colores y otras informaciones del objeto (Openthefile, 2022). Esto fue realizado con el objetivo de tener la pieza en un formato que pudiese ser utilizado para futuras modificaciones, contar con la posibilidad de imprimirlo y también poder incluirlo como objeto 3D interactivo en diferentes plataformas para complementar su difusión.



Figura 38. Imagen final de la escudilla renderizada. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las tendencias aplicadas que se observan en la difusión del patrimonio cultural *online*, una de las más utilizadas es la incorporación de modelos 3D interactivos en los cuales el usuario puede mover e inspeccionar el objeto a su gusto. En este caso en particular y como fue visto en el capítulo I, el sitio web del Museo Chileno de Arte Precolombino ofrece un completo y amplio catálogo de sus colecciones en la web, por lo que tener un posible apartado referente a modelos virtuales podría ser un gran y provechoso complemento para la difusión de las piezas.

La aplicación de esta alternativa se podría llevar a cabo de dos formas. La primera de ellas sería incluir en la ficha de cada pieza el renderizado y el modelo 3D, considerando que cada objeto cuenta con una página propia en el sitio web del museo que contiene toda su información. Podría ser una interesante mejora que en lugar de que solo apareciera la fotografía de la pieza, adicionalmente se mostrara una imagen renderizada y un modelo en 3D para así poder entregarle al visitante toda la información en una misma página (Fig. 39). Este nuevo escenario aumentaría la exposición y contribuiría a un entendimiento de la pieza más completo, ya que la imagen renderizada aportaría una representación realista de la pieza en un espacio concreto y el modelo 3D un recorrido virtual con movimientos circulares en 360º grados que probablemente aumentarían el interés en las visitas presenciales al museo.



Puesta en valor, visualización y recreación 3D de una pieza cerámica precolombina chilena: una aproximación a su estudio y difusión.

The screenshot shows the website interface for the Museo Chileno de Arte Precolombino. The main navigation bar includes 'Colección', 'Exposiciones', 'Arte', 'Archivo Audiovisual', 'Prehistoria', 'El encuentro', 'Pueblos originarios', and 'Biblioteca'. The breadcrumb trail reads 'COLECCIÓN > NORTE SEMIÁRIDO > DIAGUITA'. The main content area features two images of a ceramic bowl: a photograph on the left and a 3D render on the right. Below the images is a metadata table and a timeline.

Material(es): Cerámica
Período: 900- 1200 d.C.
Medidas: 85mm alto, 152mm diámetro
Código de Pieza: MAS-1098
Cultura: Diaguita

Timeline: 20000 Poblamiento de América, 800 d.C., 900, 1500, 1532 Llegada del Europeo. A red bar labeled 'Diaguita' spans from approximately 900 to 1500.

Figura 39. Propuesta de agregado en sitio web en el cual aparece al costado de la fotografía la imagen renderizada y la representación en 3D del objeto. Fuente: Elaboración propia.

Como segunda alternativa se encuentra la creación de un perfil en el sitio web de *Sketchfab* para luego añadir el enlace en la página web del museo. Tal como se vio en el capítulo anterior, esta página web es utilizada para visualizar y compartir contenido 3D. Esta plataforma es empleada por varios museos a nivel internacional, en la que destacadas instituciones suben contenido 3D e incluso permiten la descarga de cada uno de sus archivos. Dentro de Chile, el Museo Nacional de Historia Natural es el primer y único museo que tiene presencia en *Sketchfab* con 203 modelos publicados. Siguiendo en esta línea, que el Museo Chileno de Arte Precolombino tuviera un perfil en este sitio web y que se pudiera incluir las piezas más destacadas sería de un impacto significativo al momento de compartir y difundir las importantes colecciones de los pueblos originarios que posee y así acercar el patrimonio a la comunidad.



7.- CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Actualmente la aplicación y el uso de nuevas tecnologías y herramientas digitales es imprescindible en todo ámbito de profesiones y el área de conservación y restauración no se queda atrás. Esto juega un papel fundamental tanto en el área de documentación y digitalización de piezas como también en la etapa de difusión y transmisión del patrimonio a la comunidad.

Este Trabajo Final de Máster nació desde el profundo deseo de recorrer y conectar todos aquellos conocimientos y herramientas que se han adquirido a lo largo de la formación académica recibida en el ámbito de la conservación y restauración con la historia que es parte identitaria del lugar del que provengo. A través de esta investigación se pretendió proponer una mejora a un espacio de suma importancia como son los museos y galerías, cuya misión es fundamental para conectar a la sociedad con su historia e identidad. Esto sumado al propio interés y curiosidad de adentrarse en el mundo del modelado 3D y tratando de complementar las herramientas que ofrecen las nuevas tecnologías para obtener un resultado que se pudiera implementar de forma permanente en las etapas de exposición y difusión de los bienes del patrimonio cultural.

Luego de haber realizado un estudio bibliográfico de cómo Chile se relaciona con su historia precolombina, no quedaron dudas de que la tendencia es a pasar por alto sus orígenes, razón por la cual es necesario un acercamiento a la comunidad para visibilizar las culturas que nos antecedieron con representaciones 3D que puedan resultar más atractivas para la audiencia. Es evidente que con el tiempo han cambiado las modalidades de presentación de piezas, específicamente en museos y galerías. Esto impulsó aún más el desarrollo de alternativas computacionales que fueran adoptadas por las instituciones para realizar estudios, diagnósticos o simplemente acercar ciertas piezas al público de manera no presencial.

Tras realizar el estudio de cómo se presentaban las piezas en el sitio web del Museo Chileno de Arte Precolombino, y comparándolo con diferentes museos alrededor del mundo, una de las conclusiones más importantes extraídas es que el museo en cuestión destina buena parte de su página web a recursos útiles para el aprendizaje y para dar a conocer el patrimonio cultural a los visitantes. A pesar de tener recursos audiovisuales y digitales se queda en desventaja en el momento de incluir nuevas formas de percepción visual que puedan ser útiles para futuras investigaciones y al mismo tiempo atractivas para la audiencia. Esto último, especialmente pensando en niños y niñas, que al tener la posibilidad de visualizar e incluso manipular virtualmente los objetos, puede generar un mayor interés por visitar el museo de forma presencial.

Durante la puesta en marcha de la fase práctica, en la que se trabajó con el programa Blender, se observó que el empleo de software CAD requiere de un conocimiento avanzado para un correcto y eficiente trabajo. Su utilización como herramienta en el mundo de la conservación y restauración es de profunda utilidad y merece la pena tener una noción de esta alternativa si es que se quiere lograr una buena productividad en tareas relacionadas con la realidad virtual y el modelado e impresión 3D.

Cabe destacar que el uso de tecnologías en todo ámbito de disciplinas está en constante evolución, por lo que a través de este TFM se buscó visibilizar una opción sencilla que complementara métodos alternativos para la documentación, presentación y difusión de manera *online* de objetos en museos y galerías. Es sabido que con la fotogrametría se obtienen resultados más fieles a la realidad, sin embargo es una técnica que consume más tiempo y que



requiere de una cámara de fotos para su realización. En general, dada las características de las piezas cerámicas, estas son buenas candidatas para la realización de la técnica estudiada. Asimismo, esta forma de representación de las piezas podría ser útil tanto al momento de mostrar los faltantes y deterioro de los objetos, como también al plantear una futura restauración, estudios cromáticos y documentar todo el proceso, archivos que posteriormente pueden servir de referencia para trabajos en otros objetos.

Por ello se concluye que es necesario tener una línea de acción clara con respecto a la difusión *online* y las ventajas que pueden ofrecer las tecnologías en esta cuestión. Es por eso que es de suma importancia que nosotros, como profesionales en el mundo de la conservación y restauración, estemos al tanto de estas alternativas y preocuparnos que existan instancias para el perfeccionamiento y aprendizaje de las mismas. Asimismo, es relevante que los museos e instituciones también estén actualizados con respecto a las alternativas actuales e implementen estrategias digitales que contribuyan a la valoración del patrimonio dentro de la comunidad.



8.- BIBLIOGRAFÍA

- 3Dnatives (2020) *Sketchfab: the platform to visualize and download 3D models* [en línea] Disponible en: <https://www.3dnatives.com/en/sketchfab-platform-130520205/#!>> [Consultado 29/06/2022].
- Ampuero Brito, G. (1986) *Diaguitas, pueblos del norte verde*. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino
- Ampuero Brito, G. (1978) *Cultura Diaguita*. Santiago: Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación.
- Arcusa Magallón, H., Rojo, M., Royo Guillén, J., Tejedor, C., García-Martínez de Lagrán, I. y Garrido Pena, R. (2016). *La fotogrametría como alternativa al registro de materiales arqueológicos: su aplicación en la cueva de Els Trocs y Valmayor XI*. [en línea] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/304581921_La_fotogrametria_como_alternativa_al_registro_de_materiales_arqueologicos_su_aplicacion_en_la_cueva_de_Els_Trocs_y_Valmayor_XI [Consultado 16/05/2022]
- Autodesk.es (2022) *Software de CAD | Diseño asistido por ordenador en 2D y 3D* [en línea] Disponible en: <https://www.autodesk.es/solutions/cad-software> [Consultado 19/05/2022].
- Ávila Rodríguez, M. (2017). *Aplicación de la tecnología 3d a la restauración, conservación y documentación del patrimonio cultural*. Actas de Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración del Patrimonio, Emerge 2016, (pp. 193-200). Valencia, España. Disponible en: http://emerge.blogs.upv.es/files/2017/04/LIBRO-ACTAS-EMERGE-2016_07_04_17.pdf [Consultado 16/05/2022]
- Ávila Rodríguez, M. (2019) *Aplicación de la tecnología 3D a las técnicas de documentación, conservación y restauración de bienes culturales*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid
- Berenguer, J., Aldunate, C., Sinclair, C. y Uribe, C. (2013). *Chile antes de Chile / Chile before Chile*. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino
- Bethell, L. (1990) *Historia de América Latina*. Barcelona: Crítica
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022) *Chile nuestro País*. [en línea] Disponible en: https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region2/index_html [Consultado 24/04/2022]
- Biblioteca Nacional de Chile. *Etnias Prehispánicas del Norte de Chile. Memoria Chilena*. [en línea] Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-617.html> [Consultado 28/06/2022]
- Blender.org (2022) *Blender Manual* [en línea] Disponible en: <https://docs.blender.org/manual/es/dev/index.html> [Consultado 20/05/2022].
- Cabello Baettig, G., González Carvajal, P., Molina Otárola, R. y Sinclair Aguirre, C. (2016) *El arte de ser Diaguita*. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino



Carretero Pérez, A., Chinchilla Gómez, M., Barraca de Ramos, P., Adellac Moreno, M., Pesquera Vaquero, I. y Alquézar Yáñez, E. (1998) Normalización documental de museos: elementos para una aplicación informática de gestión museográfica. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.

Carta de Londres (2009) *La carta de Londres para la visualización computarizada del patrimonio cultura* [en línea] Disponible en: www.londoncharter.org [Consultado 15/05/2022]

Castro, V. y Varela, V. (1990) *Artífices del barro*. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino

Chirivella González, A. (2022) Qué es Blender, características y formatos. [en línea] Disponible en: <https://www.profesionalreview.com/2022/02/20/blender-que-es-y-para-que-se-utiliza/> [Consultado 20/05/2022].

Consejo de Monumentos Nacionales de Chile (2022) *Ex Palacio viejo de los Tribunales, antiguo Palacio de la Aduana de* [en línea] Disponible en: <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/monumentos-historicos/ex-palacio-viejo-tribunales-antiguo-palacio-aduana-santiago#:~:text=El%20Palacio%20de%20la%20Real,Santiago%2C%20en%20la%20Regi%C3%B3n%20Metropolitana.> [Consultado 08/05/2022].

Educarchile.cl (2022) *Culturas de América Precolombina: Mesoamérica*. [en línea] Disponible en: <https://www.educarchile.cl/recursos-para-el-aula/culturas-de-america-precolombina-mesoamerica> [Consultado 01/05/ 2022].

Factum Arte (2022) *Digitalización en 3D para conservación del patrimonio cultural*. [en línea] Disponible en: <https://www.factum-arte.com/pag/706/digitalizacion-en-3d-para-conservacion-del-patrimonio-cultural> [Consultado 16/05/2022].

García, M^a.P. (2011) *El patrimonio cultural: Conceptos básicos*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

González Morcillo, C. y Vallejo Fernández, D. (2009) *Curso Básico de Blender*. [en línea] Esi.uclm.es. Disponible en: [https://www.esi.uclm.es/www/cglez/fundamentos3D/02.03.Operadores.html#:~:text=Blender%20dispone%20de%20un%20conjunto,para%20hacer%20los%20cambios%20permanentes\).](https://www.esi.uclm.es/www/cglez/fundamentos3D/02.03.Operadores.html#:~:text=Blender%20dispone%20de%20un%20conjunto,para%20hacer%20los%20cambios%20permanentes).) [Consultado 01/07/2022]

González Muñoz, M., Rueda Ruiz, A., Segura Sánchez, R., Ogáyar Anguita, C., Esteban Hoyas, A., Lara, J. (2010) *Uso de sistemas basados en escáner 3D para digitalización y estudio del patrimonio arqueológico*. Virtual Archaeology Review. Vol.1, no 1. p. 99-102

Icarito (2009) *Los diaguitas*. [en línea] Disponible en: <http://www.icarito.cl/2009/12/6-4399-9-los-diaguitas.shtml/> [Consultado 01/06/2022].

Icarito (2010) *Los colores de la alfarería diaguitas*. [en línea] Disponible en: <http://www.icarito.cl/2010/05/29-9089-9-la-alfareria-diaguita.shtml/> [Consultado 16/06/2022].



Jorquera Ortega, A. (2016) *Fabricación Digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Lumbreros, L. y Aldunate del Solar, C. (1998) *América Precolombina en el Arte*. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino

Marcachile (2015) *Geografía en Chile* [en línea] Disponible en: <https://marcachile.cl/ciencia-conocimiento/geografia-en-chile/> [Consultado 28/05/2022]

Museo Chileno de Arte Precolombino (2022) *La Institución – Museo Chileno de Arte Precolombino*. [en línea] Disponible en: <http://precolombino.cl/museo/la-institucion/> [Consultado 04/05/2022].

Museo Nacional de Historia Natural (s.f.) *Guía educativa: Los Changos*. [en línea] Disponible en: https://www.mnhn.gob.cl/sites/www.mnhn.gob.cl/files/images/articles-5037_archivo_05.pdf [Consultado 29/06/2022]

Patrimoni.gencat.cat.(2022) *El patrimonio en 3D* [en línea] Disponible en: <https://patrimoni.gencat.cat/es/historias/el-patrimonio-en-3d> [Consultado 23/05/2022]

Patiño Puente, J. (2010) *La cerámica en el arte precolombino: una aproximación*. Revista de Claseshistoria. [en línea] Disponible en: <http://www.claseshistoria.com/revista/2010/articulos/patino-ceramica-precolombina.pdf> [Consultado 01/05/2022]

Partechpartners.com (2022) *Sketchfab* [en línea] Disponible en: <https://partechpartners.com/companies/sketchfab/> [Consultado 29/06/2022]

Pazos, G. (2017) *Chile y su construcción de identidad: ¿Conocemos y valoramos nuestro pasado precolombino?* [en línea] El Heraldo Austral. Disponible en: <https://www.eha.cl/noticia/actualidad/chile-y-su-construccion-de-identidad-conocemos-y-valoramos-nuestro-pasado-precolombino-249> [Consultado 26/05/2022].

Plataforma Arquitectura (2014) *Ampliación y Remodelación Museo Chileno de Arte Precolombino* [en línea] Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-330451/ampliacion-y-remodelacion-museo-chileno-de-arte-precolombino-smiljan-radic> [Consultado 05/05/2022].

Precolombino. *Pueblos Originarios de Chile. Aymara*. [en línea] Disponible en: <https://precolombino.cl/culturas-americanas/pueblos-originarios-de-chile/aymara/#/arte/> [Consultado 29/06/2022]

Principios de Sevilla (2011) *Principios internacionales de Arqueología Virtual* [en línea] Disponible en: <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf> [Consultado 15/05/2022]

Openthefile.net (2022) *Extensión de archivo OBJ: ¿Qué es un archivo obj y cómo puedo abrir un archivo obj?* [en línea] Disponible en: <https://www.openthefile.net/es/extension/obj> [Consultado 28/06/2022]



9.- ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Mapa de áreas culturales del continente americano. Fuente: MChAP. Culturas de América Precolombina: Mesoamérica.....	10
Figura 2. Aspecto del edificio cuando fue utilizado por los Tribunales de Justicia a finales del siglo XIX. Fuente: https://urbatorium.blogspot.com/2016/01/historia-del-palacio-de-la-real-casa-de.html	12
Figura 3. Fachada principal del inmueble en 1981 al momento de su inauguración. Fuente: América Precolombina en el Arte.....	13
Figura 4. Fachada principal del museo en la actualidad. Fuente: www.monumentos.gob.cl	14
Figura 5. Vista poniente del museo por calle Bandera. Fuente: www.precolombino.cl	14
Figura 6. Acceso a una de las salas de la exposición América Precolombina en el Arte. Fuente: www.conociendochile.cl	15
Figura 7. Vista de una zona de la Sala textil del museo. Fuente: www.conociendochile.cl	16
Figura 8. Parte de la muestra de Chile antes de Chile. Fuente: Nico Saieh / www.plataformaurbana.cl	17
Figura 9. Diagrama explicativo de las colecciones del museo. Fuente: Elaboración propia.....	17
Figura 10. Captura del apartado de colecciones dentro de la página web oficial del museo. Fuente: www.museo.precolombino.cl	20
Figura 11. Captura de ejemplo de pieza cerámica de la cultura Teotihuacán, área de Mesoamérica. Fuente: www.museo.precolombino.cl	20
Figura 12. Reconstrucción digital de una cerámica de la edad de bronce. Fuente: Pablo Aparicio, 2015 www.parpatrimonio.com	25
Figura 13. Dibujo arqueológico y modelo 3D de una ánfora. Fuente: Pablo Aparicio, 2013 www.parpatrimonio.com	25
Figura 14. Captura de la sección de la colección 3D en la página del Museo Arqueológico de Cataluña. Fuente: www.macbarcelona.cat/Col-leccions/La-col-leccio-en-3D/La-col.leccio-del-MAC-en-3D	27
Figura 15. Captura de la colección virtual de piezas del Museo de Historia de Manacor. Fuente: www.museudemanaacor.com	27
Figura 16. Captura de la página principal del British Museum en la plataforma de Sketchfab. Fuente: www.sketchfab.com/britishmuseum	28
Figura 17. Esquema de las zonas geográficas de Chile. Fuente: Elaboración propia.....	30



Figura 18. Botella antropomorfa negra pulida de la cultura de San Pedro. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	31
Figura 19. Escudilla roja pulida de la cultura de San Pedro. Fuente: Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	31
Figura 20. Alfarero Diaguita durante la elaboración de escudillas. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	32
Figura 21. Escudilla policroma de paredes redondeadas fase I. Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	33
Figura 22. Escudilla policroma Diaguita (1200-1400) Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	33
Figura 23. Escudilla con atributos felinos (1000-1400) Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	33
Figura 24. Jarro-pato antropomorfo (1000-1400) Fuente: Chile antes de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	34
Figura 25. Jarro-pato zoomorfo con diseños combinados Inkas y Diaguitas. Fuente: El arte de ser Diaguita. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	35
Figura 26. Escudilla doble Diaguita-Inka Fuente: El arte de ser Diaguita. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	35
Figura 27. Aríbalo Diaguita-Inka con diseño de rombos. Fuente: El arte de ser Diaguita. Museo Chileno de Arte Precolombino.....	35
Figura 28. Escudilla policroma elegida para la parte práctica del estudio. Fuente: www.museo.precolombino.cl	36
Figura 29. Dibujo plano de la decoración de la escudilla. Fuente: Elaboración propia.....	37
Figura 30. Captura de visualización de la creación del perfil y sección transversal de la pieza. Fuente: Elaboración propia.....	39
Figura 31. Captura de visualización de la creación del volumen de la escudilla con los modificadores aplicados. Fuente: Elaboración propia.....	39
Figura 32. Izquierda: a) mapeo UV de la zona interior (cúpula), b) mapeo UV zona exterior (alzado de la pieza) c) mapeo UV zona superior, d) mapeo UV zona exterior (base). Derecha: Captura de visualización del mapeo UV del objeto en su totalidad con las costuras marcadas. Fuente: Elaboración propia.....	40
Figura 33. Patrón decorativo de la escudilla extendido y coloreado. Fuente: Elaboración propia.....	41



Figura 34. Imagen del diseño UV generado en Blender. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 35. Textura aplicada sobre diseño UV en programa de edición. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 36. Captura de visualización del modelo con la textura asociada. Fuente: Elaboración propia.....	42
Figura 37. Captura del pantalla del diagrama de iluminación de la pieza. Fuente: Elaboración propia.....	43
Figura 38. Imagen final de la escudilla renderizada. Fuente: Elaboración propia.....	44
Figura 39. Propuesta de agregado en sitio web en el cual aparece al costado de la fotografía la imagen renderizada y la representación en 3D del objeto. Fuente: Elaboración propia.....	45