

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Arquitectura y Diseño

CIAD Centro de Investigación en Arquitectura y Diseño

CONAHCYT

Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D

Alan Gerardo Gómez Jiménez

Director del Trabajo Terminal, Dr. Héctor Paulino Serrano Barquín

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Arquitectura y Diseño
Maestría en Diseño

Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D.

Línea de investigación, Patrimonio y Cultura

Alan Gerardo Gómez Jiménez
Director del Trabajo Terminal, Dr. Héctor Paulino Serrano Barquín

Comité de Tutores
Dra. Martha Patricia Zarza Delgado
Dra. Carolina Serrano Barquín
Mtro. Jaime Guadarrama González
Dr. David Ibarra González

Agosto 2025

Contenido

Introducción 18

1 La Importancia de las Políticas en la Conservación del Patrimonio 28

1.1 Fundamento y Origen del Proyecto de Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios 30

1.2 La Intersección de la Conservación, el Diseño y la Tecnología 33

1.3 Vigencia de la Teoría de Cesare Brandi en la Conservación Contemporánea 45

1.4 Conservación Preventiva, Estrategias para la Preservación del Patrimonio Cultural en Entornos Universitarios 51

1.5 Integración del Diseño y la Tecnología en la Conservación Preventiva del Patrimonio Cultural 53

1.6 Evolución Histórica del Diseño y su Relevancia Actual en la Conservación Preventiva del Patrimonio 58

1.7 La Importancia del Proceso Metodológico en el Diseño de Embalajes para la Conservación del Patrimonio 60

1.8 Estrategia de Manejo y Conservación en el Diseño de Embalaje para el Patrimonio Universitario 62

1.9 Diseño de Embalaje Individualizado para la Conservación del Patrimonio Universitario 64

2 Desarrollo Metodológico del Proyecto Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D 68

2.1 Contexto del Problema y Origen del Enfoque Metodológico 70

2.2 Enfoque Metodológico 72

2.3 Fases del Proceso de Investigación 73
2.3.1 Técnicas de Recolección de Información 85
2.3.2 Instrumentos y Materiales Utilizados 91
2.3.3 Técnicas para el Desarrollo de Prototipos 92
2.4 Desarrollo Del Prototipo y Validación Funcional 94
2.4.1 Selección Final del Caso de Estudio 94
2.4.2 Escaneo Tridimensional y Generación del Modelo 96
2.4.3 Modelado Digital y Diseño Estructural del Embalaje 97
2.4.4 Ensayos Funcionales y Ajustes Operativos 99
2.4.5 Evaluación Preliminar y Validación Técnica 101
2.5 Resultados Obtenidos y Hallazgos Relevantes 102
2.5.1 Validación del Proceso Técnico y Funcional 102
2.5.2 Hallazgos Relevantes por Técnica 104
2.5.3 Observaciones de Especialistas 106
2.5.4 Conclusiones Sobre Viabilidad y Replicabilidad 107
2.6 Reflexión Metodológica y Transferibilidad 109
2.7 Limitaciones y Proyección Futura del Modelo 111
2.8 Evaluación Preliminar, Seguimiento y Visualización 113

3 Proceso Integral de Diseño de Embalaje para la Conservación de Acervos Universitarios 116

3.1 Etapas de Desarrollo del Proceso de Diseño del Sistema de Embalaje 118
3.2 Experimentación como Solución para el Diseño de una Estructura de Soporte 126
3.3 Aplicación de la Estereotomía como una Solución Análoga en el Diseño de Embalajes. 132
3.4 Escaneo, Modelado e Impresión, Una Solución Digital 137
3.4.1 Del Taller al Laboratorio: Procesos de Moldeado y Escaneo 3D para el Estudio de Piezas con Requerimientos Específicos 139

3.4.2 Procedimiento del Termoformado 151

3.5 Escaneo de una Pieza con Requerimiento de una Estructura de Soporte..... 159

3.6 La Impresión 3D, Del Escaneo a la Simulación Digital, Cómo la Impresión 3D Potencia la Conservación y Creación de Prototipos de Patrimonio Cultural..... 176

3.7 Comparación entre las Prácticas de Termoformado y Escaneo 3D, Innovación en Conservación y Diseño de Embalajes Individualizados para Patrimonio Cultural..... 180

Conclusiones 196

Referencias 206

Glosario 214

A. Anexos 222

A.1. Desarrollo de Estrategias de Conservación; Diseño, Aplicación y Análisis del Cuestionario..... 224

A.2. Elaboración y Validación de Cuestionarios para la Conservación de Acervos Universitarios 225

A.3. Análisis de Datos y Hallazgos Clave en la Conservación de Acervos Universitarios 231

A.3.1. Resultados Cuantitativos: Tendencias y Patrones en la Conservación de Acervos..... 231

A.3.2. Hallazgos Cualitativos, Perspectivas y Necesidades en la Conservación de Acervos Universitarios 241

Introducción



Prolongar el tiempo de vida del acervo es decisivo para asegurar su preservación, permitiendo que sea almacenado, manipulado, transportado y exhibido en el futuro de manera correcta.

PÁGINA ANTERIOR:
Embalaje generalizado de piezas patrimoniales: una solución funcional con oportunidades de mejora

Vista de un embalaje tradicional de piezas patrimoniales envueltas en papel libre de ácido y contenidas en una caja con material amortiguante. Este tipo de embalaje, aunque ha sido útil y responde a principios básicos de protección, evidencia la necesidad de soluciones más especializadas e individualizadas que optimicen la seguridad, accesibilidad y conservación a largo plazo del acervo. El diseño de embalajes adaptados mediante tecnología 3D permite alcanzar un nivel más avanzado de conservación preventiva, mejorando las condiciones de almacenamiento, transporte y exhibición. / © Alan Gómez.

Introducción

La conservación de los objetos de una colección es una tarea decisiva para preservar, proteger y exhibir el patrimonio cultural, es decir, la historia material de una sociedad. El acervo puede deteriorarse por diversos factores ya que, "Toda materia sufre cambios o daños con el paso del tiempo, así como por las condiciones ambientales en que se encuentra una obra determinada" (Peña, 2013, p. 4). Estos factores pueden ser de origen humano o natural. Es por ello que el proyecto de investigación planteado propone desarrollar el diseño del embalaje individualizado para acervo de museos universitarios mediante el uso de tecnología 3D.

Prolongar el tiempo de vida del acervo es decisivo para asegurar su preservación, permitiendo que sea almacenado, manipulado, transportado y exhibido en el futuro de manera correcta. Conviene enfatizar que las acciones de conservación, investigación y difusión del patrimonio resultan significativas para la sociedad, ya que permiten preservar su memoria histórica e identidad cultural. En este sentido, Becerra (2009) afirma que "es importante partir de programas establecidos de conservación preventiva bien planeados, en los que se contemple no sólo la interacción con especialistas en determinadas áreas, sino también el intercambio de experiencias con otras instituciones" (p. 35).

Este planteamiento se desarrolla con mayor profundidad en el **Capítulo 1**, donde se exponen los antecedentes personales, académicos e institucionales que sustentan la investigación. En dicho capítulo se abordan las políticas públicas relacionadas con la conservación del patrimonio, así como el marco normativo y legal que regula el quehacer de los museos universitarios en México. También se reflexiona sobre la teoría de Cesare Brandi, las definiciones de cultura a lo largo del tiempo, y cómo éstas inciden en la práctica de la conservación, el diseño y la museografía contemporánea. El capítulo culmina con la identificación de la necesidad de una metodología adaptativa para el manejo del acervo patrimonial universitario, especialmente en entornos donde los recursos y los contextos institucionales son variables.

Figura 1
Sistema de embalaje para la conservación de arte contemporáneo



La fotografía muestra un sistema de embalaje diseñado específicamente para la protección de una obra de arte contemporáneo que consiste en 3 rollos de cinta de papel dibujados con tinta. El sistema incluye tiras de papel libre de ácido como elemento envolvente para los rollos, pivotes que mantienen las piezas elevadas evitando su contacto con el fondo de la caja y cintas de algodón que aseguran el envolvente. Todo esto se encuentra dentro de una mini caja master hecha de polietileno corrugado, proporcionando un soporte estructural y protección óptima para evitar el deterioro de los rollos. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Considerando que el diseño de embalaje involucra la aplicación de principios científicos y técnicos, podemos plantear que tendrá un enfoque multidisciplinario, con la finalidad de preservar la colección con valor histórico y cultural. Además de mantener una constante revisión, ya que actualmente el diseño y en específico el relacionado a las colecciones se encuentra en constante cambio, como lo dice Di Bella (2022) "el Diseño es un campo dinámico que actúa en un amplio espectro de áreas, que a través de las prácticas museográficas [...] dentro de la institución del museo o centro expositivo, asumen un fuerte compromiso con la sociedad" (p. 13). De igual modo, la conservación asume el mismo principio, ya que Ramírez (2013) resalta que un proyecto de almacenaje donde se resguardan colecciones "consiste en cambiar la antigua visión de pasividad y olvido en torno a los almacenes de colecciones, para entenderlos ahora como espacios dinámicos que requieren de una atención continua y especializada" (p. 30).

Por consiguiente, tanto la conservación preventiva como el diseño impulsan esta investigación y se articulan desde el ideal de ser dinámicos, multidisciplinarios y especializados, pues de esto dependerá la conservación de la colección. Además, la aplicación de políticas culturales en conjunto con el desarrollo de dispositivos técnicos de conservación y la incorporación de nuevas tecnologías como el escaneo, modelado e impresión 3D, resultan fundamentales para comprender el papel actual del diseño en los procesos de salvaguarda patrimonial.

El **Capítulo 2** da continuidad al desarrollo del planteamiento metodológico, donde se describe el contexto institucional del Museo Universitario Leopoldo Flores y el proceso de selección del objeto de estudio. Esta sección incluye un análisis de las condiciones físicas, ambientales y de conservación del acervo, así como una propuesta metodológica que se basa en fases iterativas: análisis contextual, diagnóstico, diseño, prototipado, evaluación y ajustes. El uso de tecnologías como el escaneo, modelado e impresión 3D se plantea no solo como herramienta de innovación, sino como estrategia de precisión en la protección del patrimonio. Se incorporan pruebas experimentales con distintos materiales para validar su idoneidad en el diseño de embalajes, lo cual otorga solidez técnica al proceso.

El ser humano ha otorgado un sentido específico tanto a sus acciones como a los objetos de su cotidianidad, mismos que, al transcurrir del tiempo, han conformado su cultura. Tales significaciones nos convierten en seres únicos, debido a que constituyen nuestras identidades. En esta investigación, uno de los puntos de partida es el concepto de cultura, sabiendo de sus múltiples interpretaciones a través del tiempo, desde la antigüedad en la literatura griega y romana hasta nuestros días. Siempre ha sido un tema de interés, como ejemplo podemos brevemente enlistar a Cicerón, más adelante a Santo Tomás, posteriormente a E. Taylor, F. Boas, C. Lévi-Strauss, C. Geertz, García Canclini, cada uno dando su definición del concepto, mientras que recientemente Fiallos Quintero (2019) agrega al concepto y la define como "los diferentes rasgos, valores y manifestaciones del ser humano, [...] las artes, los modos de vida, la interacción entre los diferentes grupos que conforman la sociedad, las distintas formas de organización social y recurso para la transformación y el desarrollo" (p. 103).

Tanto Franz Boas como Clifford Geertz destacan la importancia del contexto social y los significados compartidos, subrayando cómo las prácticas culturales están profundamente enraizadas en las interacciones sociales y en los valores colectivos. A ello se suma que Boas y Claude Lévi-Strauss reconocen la diversidad cultural, aunque desde perspectivas distintas: Boas la aborda desde las particularidades históricas de cada sociedad, mientras que Lévi-Strauss busca estructuras universales que expliquen dicha diversidad. Por otro lado, Cicerón y Santo Tomás de Aquino centran sus definiciones en el desarrollo moral y espiritual del individuo, en contraste con Tylor y Boas, quienes entienden la cultura como un conjunto de elementos adquiridos socialmente.

García Canclini aporta una visión contemporánea al introducir el concepto de hibridación cultural en contextos globalizados, mientras que Belén Fiallos Quintero se enfoca en la cultura digital y su impacto en la educación superior. Este enfoque actual destaca cómo la

tecnología transforma las prácticas culturales y los procesos de aprendizaje. Las similitudes y diferencias entre los autores enriquecen el entendimiento del concepto de cultura, permitiendo su aplicación crítica en campos como la conservación del patrimonio y el diseño.

Tabla 1

Autor	Concepto de cultura	Enfoque
Cicerón	Humanitas: cultivo del espíritu humano a través de las letras y la filosofía. “en las Tusculanas (2, 13), emplea la expresión cultura animi en el sentido de «educación espiritual» (Altieri Megale, 2001, p. 13)	Moral y literario
Santo Tomás	Desarrollo moral y espiritual del individuo. “cultura sería todo aquello que es conforme a razón y así se convierte en la pauta propia de un pueblo. El bárbaro deja de serlo cuando su comportamiento social es conforme a la razón” (Alarcón, 2019, p. 401).	Teológico y filosófico
Edward B. Tylor	Todo complejo de conocimientos, creencias, arte, moral, etc., adquiridos socialmente. “La cultura o civilización, tomada en su sentido etnográfico amplio, es ese complejo total que incluye conocimiento, creencia, arte, moral, ley, costumbre y otras aptitudes y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de la sociedad” (Tylor, 1976, p. 64).	Antropológico
Franz Boas	Prácticas y creencias específicas de cada sociedad, sin criterios universales. “los diferentes rasgos, valores y manifestaciones del ser humano, […] las artes, los modos de vida, la interacción entre los diferentes grupos que conforman la sociedad, las distintas formas de organización social y recurso para la transformación y el desarrollo” (p. 103). “la totalidad de las reacciones y actividades mentales y físicas que caracterizan la conducta de los individuos componentes de un grupo social, colectiva e individualmente” (Boas, 1964, p 166)	Culturalista y contextual
Claude Lévi-Strauss	Sistema de signos y símbolos estructurales universales. “Llamamos cultura a todo conjunto etnográfico que desde el punto de vista de la prospección presenta, con relación a otros conjuntos, variaciones significativas” (Lévi-Strauss, 1995, p. 316).	Estructuralista
Clifford Geertz	Sistema de significados compartidos, un "tejido de significados" “la cultura no es una entidad, algo a lo que puedan atribuirse de manera causal acontecimientos sociales, modos de conducta, instituciones o procesos sociales; la cultura es un contexto dentro del cual pueden describirse todos esos fenómenos de manera inteligible” (Geertz, 2003, p. 27).	Interpretativo

Néstor García Canclini	**Cultura como proceso híbrido en la globalización “no sólo representa la sociedad; también cumple, dentro de las necesidades de producción de sentido, la función de reelaborar las estructuras sociales e imaginar nuevas. Además de representar las relaciones de producción, contribuye a reproducirlas, transformarlas e inventar otras” (García Canclini, 1997, p. 23).**	**Estudios culturales**
Belén Fiallos Quintero	**Cultura digital y su impacto en la educación superior “los diferentes rasgos, valores y manifestaciones del ser humano, […] las artes, los modos de vida, la interacción entre los diferentes grupos que conforman la sociedad, las distintas formas de organización social y recurso para la transformación y el desarrollo” (Fiallos Quintero, 2019, p. 103)**	**Cultura digital**

Comparación de enfoques sobre el concepto de cultura en autores clave

Cuadro comparativo de distintas concepciones de cultura según autores representativos del estructuralismo, el interpretativismo, los estudios culturales y la cultura digital. La tabla permite identificar la evolución del concepto y sus aplicaciones contemporáneas en contextos educativos, sociales y tecnológicos. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de diversas fuentes teóricas sobre el concepto de cultura (2023).

De tal manera que, la cultura está conformada de signos —además de muchos más componentes— insertados e interpretados en los objetos, que adquieren un significado y permiten entenderse como evidencias de la humanidad en un momento y espacio determinado. Así, los objetos transmiten códigos culturales que reafirman los valores de una sociedad específica, a tal punto que es necesario conservar su materialidad y estética, llegando a ser objetos museales para destacar su valor histórico. En palabras de Baudrillard (1969), “En la creación o fabricación de objetos, el hombre, a través de la imposición de una forma que es cultura, se convierte en transustanciador1 de la naturaleza […] con todo el simbolismo poético y metafórico que lo acompaña” (p. 28). Por su parte Katya Mandoki (2008) nos dice: “las convenciones culturales son artificios materiales y mentales cuyo uso le proporciona al ser humano la estabilidad necesaria para sobrevivir socialmente” (pp. 66), de ahí que, los objetos no son solo lo que significan, sino el testimonio de su relación con el entorno, de ahí que “la condición de ser humano, que es una condición biológico–social, está en el origen de los a priori espacio–temporal, corporal, vital y cultural que se vuelcan unos en los otros atravesando y constituyendo la subjetividad” (p. 77). Por tanto, para comprender la relación entre un grupo social, su entorno y cómo se desarrolla en un espacio y tiempo determinados, los objetos con su carga simbólica nos sirven para investigar el fenómeno, por lo tanto, la importancia de conservarlos y exhibirlos en el futuro, de modo que generará un impacto benéfico en la sociedad.

1 Transustanciador se refiere a aquel que realiza la acción de transustanciar, es decir, transformar una sustancia en otra. En el contexto religioso católico, se refiere a la conversión del pan y el vino en el cuerpo y sangre de Jesucristo (Real Academia Española, 2024). Por lo tanto, transustanciador como lo refiere Baudrillard es alguien que lleva a cabo este proceso de transformación. Es decir, aplicado al contexto cultural o artístico, puede decirse de una persona que transforma elementos naturales o materiales en objetos culturales o simbólicos a través de un proceso creativo.



Figura 2

Conservación preventiva de obra de El Mtro. Leopoldo Flores durante exposición en la Casona de Xicoténcatl

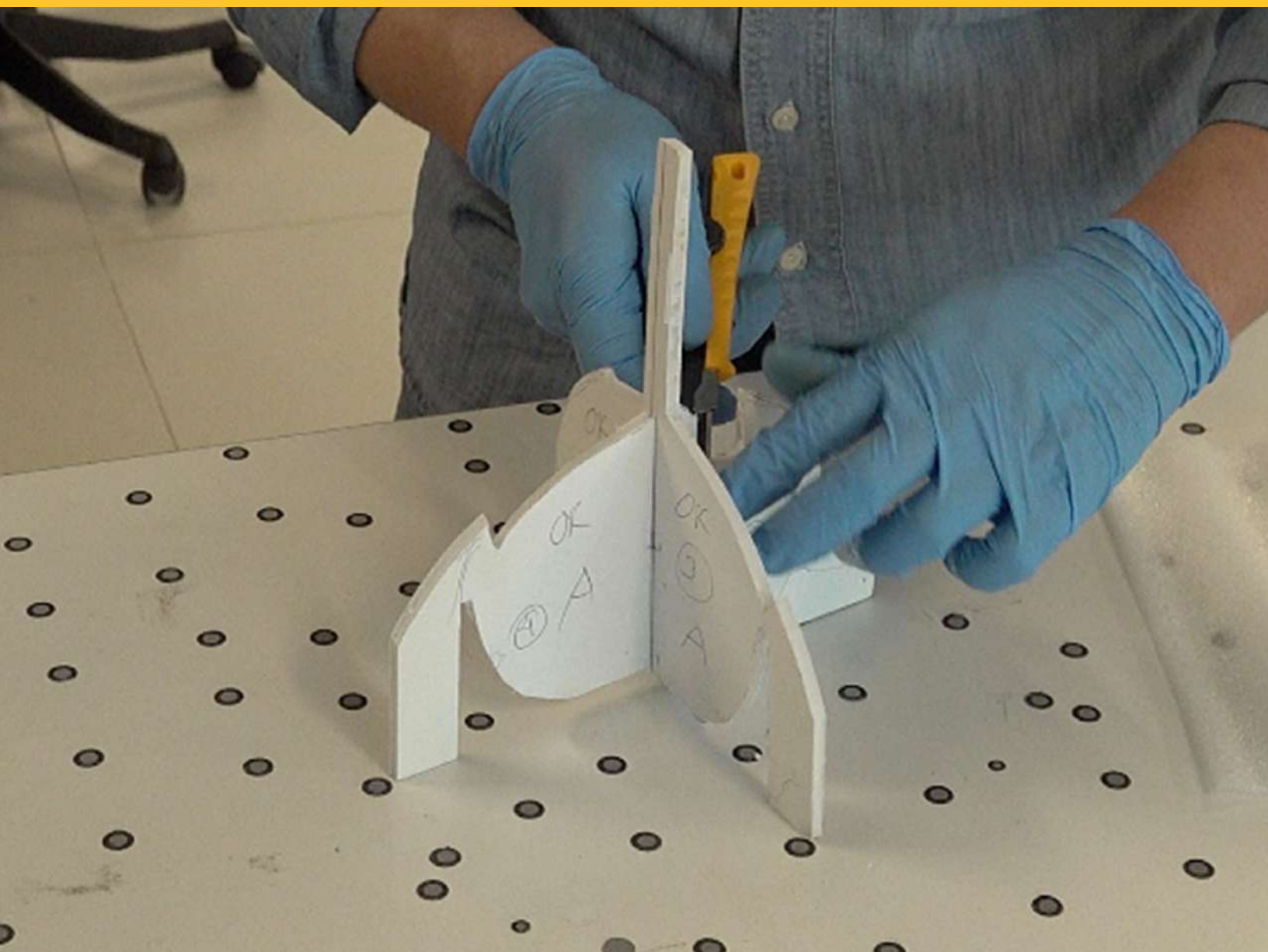
Registro del proceso de conservación preventiva de una pintura, llevado a cabo durante la exposición del acervo del Museo Universitario Leopoldo Flores (MULF-UAEMéx) en la Antigua Sede del Senado —Casona de Xicoténcatl, Ciudad de México— en 2022. Esta labor resalta la importancia de preservar la materialidad y la dimensión estética de las obras de arte en contextos expositivos, permitiendo que los bienes culturales sigan transmitiendo sus códigos simbólicos, valores históricos y su vínculo con el entorno social. / © Alan Gómez.

El **Capítulo 3** integra la aplicación práctica de toda la metodología propuesta, documentando el análisis de necesidades específicas del objeto de estudio —un boceto del mural de El Mtro. Leopoldo Flores sobre una media esfera de vinil— al que se le aplicaron técnicas de escaneo, modelado digital, impresión 3D y termoformado. Se llevaron a cabo pruebas con materiales como sintético no tejido, espuma de polietileno, goma EVA y estireno, evaluando su capacidad para la elaboración de un embalaje individualizado funcional. El capítulo también presenta simulaciones visuales y pruebas de ajuste realizadas en colaboración con el Laboratorio de Realidad Virtual de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx, lo que permitió validar digitalmente el comportamiento del embalaje propuesto. Desde esta perspectiva, se consolida una investigación que integra la tecnología 3D en los procesos de conservación preventiva, con un enfoque centrado en el diseño, la sostenibilidad y la aplicabilidad institucional. Finalmente, se analiza el impacto académico, profesional e institucional del proyecto, y se propone una metodología replicable con proyección hacia otras piezas de los Museos Universitarios y otros acervos patrimoniales.

En conjunto, los tres capítulos de esta investigación conforman un recorrido integral que parte de una fundamentación teórica y normativa, avanza hacia una propuesta metodológica específica y culmina con su aplicación práctica en un estudio de caso. La metodología empleada permite analizar a profundidad un objeto representativo del acervo universitario, facilitando el diseño de soluciones individualizadas a partir de tecnologías emergentes. Este proyecto es resultado de la articulación entre diseño, conservación y tecnología: una sinergia esencial que permite abordar los retos actuales en la preservación del patrimonio cultural. Al integrar disciplinas que tradicionalmente operaban de forma separada, se promueve una visión integral capaz de generar herramientas técnicas, éticas y sostenibles. Así, este trabajo busca incidir no solo en los procesos de conservación dentro del museo, sino también en el fortalecimiento de las estrategias para la protección del patrimonio cultural en su sentido más amplio.



1 La Importancia de las Políticas en la Conservación del Patrimonio



Los acuerdos internacionales, la legislación nacional y las políticas institucionales proporcionan el sustento para diseñar embalajes individualizados que aseguren la conservación y protección del patrimonio universitario.

PÁGINA ANTERIOR:
Calibración de estructura auxiliar para pieza patrimonial

Preparación de estructura auxiliar para el escaneo 3D de una pieza patrimonial, paso previo al diseño de embalaje individualizado, en concordancia con políticas y lineamientos internacionales, nacionales e institucionales de conservación. / © Alan Gómez.

1 La Importancia de las Políticas en la Conservación del Patrimonio

1.1 Fundamento y Origen del Proyecto de Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios

El diseño de embalaje para la conservación de acervos universitarios representa una de las áreas más desafiantes y enriquecedoras en el ámbito de la conservación del patrimonio. Desde el inicio de mi carrera profesional en conservación y diseño, he mantenido un profundo interés por metodologías orientadas a la protección y preservación del patrimonio artístico. Esta motivación surge de la necesidad de implementar técnicas que no solo sean eficientes, sino que también respeten la integridad de las piezas y se adapten a los estándares contemporáneos de conservación. Mi experiencia en los museos universitarios y mi enfoque académico en el diseño me han permitido abordar este proyecto desde una perspectiva integral, que combina teoría, práctica y tecnología avanzada.

Origen del Interés. El origen de este proyecto de diseño de embalaje se remonta a mis estudios académicos en la licenciatura de artes plásticas, donde valoré lo complejo de la creación de una obra plástica o visual, desde el proceso de conceptualización, diseño, selección de materiales y dominio técnico. Esta experiencia evidenció la ausencia de contenidos formativos dedicados a la conservación preventiva y al diseño de embalajes, aspectos fundamentales para preservar las obras creadas. Posteriormente confirmé que esta carencia no es exclusiva de dicha licenciatura, sino que se extiende a otras facultades de arte y diseño, donde aún no se contempla de forma sistemática la importancia en la enseñanza de la conservación de los objetos creados. Esta omisión despertó una preocupación profesional orientada a entender como debían ser protegidas las obras una vez concluidas y especialmente durante su almacenamiento, transporte y exhibición.

Este interés se incrementó cuando comencé mi labor profesional en un taller privado de restauración, donde tuve la oportunidad de participar directamente en la manipulación, diagnóstico y conservación de objetos patrimoniales. De manera simultánea busqué formarme de manera complementaria a través de cursos especializados e investigación sobre técnicas y materiales de embalaje.

Durante mis primeros años de práctica en la conservación de acervos en los museos de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), observé de primera mano las limitaciones de los métodos tradicionales de almacenamiento y protección. En la práctica diaria, me di cuenta del uso generalizado de materiales de embalaje como el hule burbuja, papel kraft y cintas adhesivas (cinta canela, cinta cristal, papel engomado). Estos materiales, aunque funcionales para embalajes temporales, presentaban ciertas limitaciones en términos de sostenibilidad y adaptabilidad a las necesidades específicas de cada pieza.

Fue evidente que las necesidades de las piezas de las colecciones universitarias variaban considerablemente; aunque no todas requerían embalajes especializados, sí había un número significativo que necesitaba una protección individualizada. Al inicio, mi observación principal fue el desperdicio de material, especialmente de hule burbuja, que se utilizaba en embalajes temporales y luego se desechaba tras desembalar las piezas. Esta práctica no solo implicaba un uso poco eficiente de recursos, sino que también generaba un impacto ambiental negativo debido a la cantidad de material eliminado.

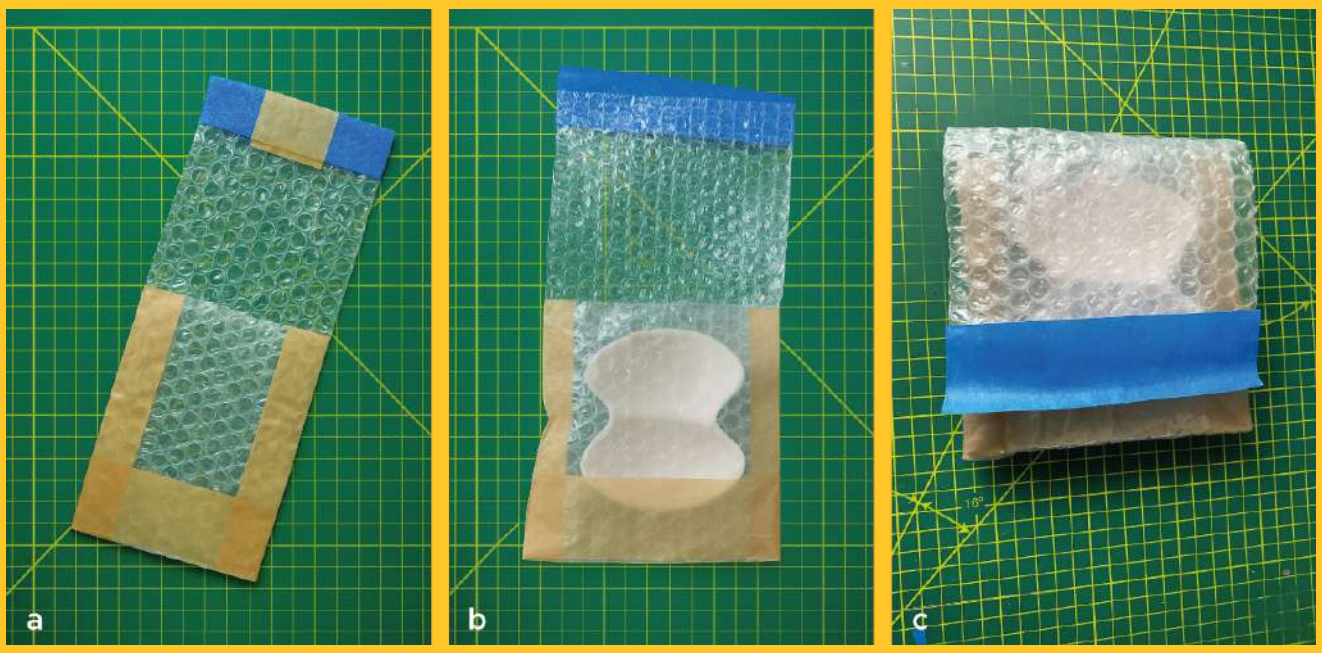
La primera actividad que desarrollé con la intención de optimizar el uso del hule burbuja fue la creación de bolsas reutilizables. Descubrí que uno de los motivos por los cuales este material se volvía desechable era el uso de cintas adhesivas que, al ser fijadas, no permitían su remoción y reutilización. Para solucionar esto, diseñé un método en el que se colocaban sellos o superficies específicas en las bolsas donde la cinta pudiera adherirse y despegarse fácilmente sin dañar el material. Esta práctica permitió extender la vida útil de las bolsas de hule burbuja y reducir el desperdicio.

Este planteamiento marcó un punto decisivo en mi percepción sobre el embalaje, llevándome a considerar no solo la funcionalidad sino también la sostenibilidad. La experiencia de experimentar y crear soluciones reutilizables inspiró la idea de diseñar embalajes que pudieran atender las necesidades específicas de cada pieza y, al mismo tiempo, promover un uso responsable de los recursos. De esta manera, surgió la idea de empezar a diseñar embalajes que no solo protegieran el patrimonio cultural, sino que también fueran sostenibles y reutilizables, alineándose con las prácticas de conservación preventiva y la responsabilidad ambiental.

Conexión con los Objetivos de la Investigación. La búsqueda personal y los objetivos de esta investigación es directa y profunda. Este proyecto busca no solo documentar y desarrollar un proceso de diseño de embalaje para acervos universitarios, sino también integrar tecnologías de punta que permitan una conservación más eficiente y adaptada a las necesidades de cada pieza. Mi interés en el diseño de embalaje no solo se limita al aspecto funcional, sino que también abarca la exploración de enfoques sostenibles y éticos en la conservación del patrimonio.

El proyecto responde a la necesidad de encontrar soluciones que combinen el conocimiento tradicional con las herramientas contemporáneas. La aplicación de la tecnología 3D en el diseño de embalajes es una manifestación de esta combinación, permitiendo desarrollar prototipos y soluciones de embalaje que se ajusten a las características específicas de cada pieza, optimizando así su protección y reduciendo los riesgos de deterioro. Este enfoque está alineado con la tendencia actual de los museos y áreas de conservación de incorporar prácticas tecnológicas avanzadas para mejorar sus procedimientos y garantizar la conservación a largo plazo de su acervo.

Figura 3
Secuencia de uso de bolsa reutilizable de hule burbuja para embalaje museográfico



La imagen presenta una secuencia en tres etapas del uso de una bolsa reutilizable elaborada con hule burbuja, diseñada para prolongar la vida útil de materiales empleados en embalajes temporales dentro de museos. (a) Bolsa desplegada: fabricada con hule burbuja cortado a medida y reforzada con cinta canela para mantener la forma y brindar estructura. (b) Inserción del objeto: se observa un soporte de termoformado en el interior de la bolsa, lo que demuestra su función protectora al envolver piezas con geometrías específicas. (c) Bolsa cerrada: la cinta azul actúa como cierre provisional reutilizable, permitiendo abrir y cerrar múltiples veces sin dañar el material base. Este diseño funcional promueve la reutilización y eficiencia en la manipulación y transporte de objetos patrimoniales. / © Alan Gómez.

Relevancia Académica y Profesional. Este proyecto no se limita a un ámbito personal, sino que se extiende al campo académico y profesional. A nivel académico, esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre la conservación preventiva y el diseño de embalajes individualizados, un plano que, aunque en crecimiento, todavía presenta áreas de oportunidad. La incorporación de tecnología 3D en la conservación de acervos es un tema de estudio reciente, y la presente investigación pretende establecer un precedente que inspire y

oriente futuros trabajos en la disciplina. A nivel profesional, el desarrollo de competencias en el uso de herramientas de escaneo, modelado e impresión 3D refuerza mis habilidades y amplía las posibilidades de colaboración con otros profesionales de la conservación, el diseño, la museografía y áreas afines. Además, al documentar y sistematizar el diseño de embalajes, este proyecto sienta las bases para crear literatura que permita replicar al proceso en otros contextos, beneficiando a museos universitarios y a otras instituciones con desafíos similares en la conservación de su patrimonio.

Mi interés en el diseño de embalaje para la conservación de acervos universitarios se nutre de una combinación de experiencia profesional, formación académica y un compromiso con la preservación del patrimonio cultural. Este proyecto representa la culminación de un camino dedicado a la exploración de soluciones innovadoras y éticas en la conservación del patrimonio, que se adaptan a las necesidades contemporáneas de los museos y otras instituciones culturales. La motivación que impulsa este proyecto no solo garantiza un enfoque comprometido y meticuloso, sino que también aporta una perspectiva personal que enriquecerá el desarrollo y los resultados de la investigación.

1.2 La Intersección de la Conservación, el Diseño y la Tecnología

La Conservación del Patrimonio: Un Pilar para la Identidad y la Continuidad Cultural. La conservación de objetos relacionados con el patrimonio tangible e intangible es fundamental en la preservación de la historia, cultura y tradiciones. Los objetos llámense pinturas, esculturas, artefactos históricos o elementos simbólicos, capturan la esencia de nuestras raíces y transmiten un legado invaluable a las próximas generaciones. La preservación de estos objetos no solo permite su apreciación estética, sino que fortalece nuestra identidad, además genera el sentido de pertenencia. Por consiguiente, la conservación del patrimonio tangible e intangible asegura que estos objetos perduren en el tiempo evitando su deterioro y pérdida irreparable.

El patrimonio tangible e intangible están interrelacionados ya que permiten desarrollar identidad, la interacción de la sociedad, la creación de cultura, el nacimiento de las tradiciones, su transmisión de generación en generación y su modificación en el transcurso del tiempo, enriqueciendo y complejizando esas manifestaciones; como dice Massó (2006), “La identidad humana es un fenómeno complejo, elaborado teóricamente, de un lado, y refrendado o reflejado en las más variadas experiencias culturales, de otro” (p 91). El patrimonio permite garantizar la preservación, desarrollo y mutabilidad de la cultura.

El patrimonio tangible se refiere a la evidencia material con valor, histórico, artístico. científico, social entre otros, no solo importa por la superioridad constructiva sino también por su complejidad simbólica inmersa en la cultura, “debemos siempre considerar que inclusive los bienes materiales más útiles están inmersos en una espesa capa de relaciones sociales,

elaboraciones estéticas y formas rituales de la cual sacan mucho de su significado" (Durham, 1998, p. 134).

El patrimonio intangible o mejor dicho inmaterial como lo cita Massó (2006), para hacerlo más inclusivo, se refiere a las expresiones, conocimiento, costumbres, tradiciones, lenguaje, gestualidad y más, siendo estás aglutinadas en la sociedad por las relaciones dentro de la comunidad a lo cual conocemos como capital social (pp. 90-93). De manera que, al congregar estos elementos tanto materiales, inmateriales y sus relaciones vemos al conjunto llamado cultura.

La importancia de conservar el patrimonio en sus distintas variantes lleva la inmersa tarea de identificarlo, clasificarlo, protegerlo, gestionarlo, difundirlo, estudiarlo además de afrontar las necesidades que se presenten según las circunstancias particulares, estas acciones van encaminadas a lograr la permanencia de este. El trabajo transdisciplinario es un asunto que debe considerarse ya que este sustenta los distintos puntos de vista de cada una de las especialidades involucradas. La pieza que amalgama este proceso de conservación es la parte social —entiéndase como sociedad, comunidad, localidad o región— puesto que son los mismos que deben revalorar la importancia de su patrimonio. En palabras de Rosado (2019) que manifiesta,

Las estrategias para lograr su conservación han de planearse necesariamente de manera interdisciplinaria y con el apoyo de las diversas instituciones que tienen incidencia en las políticas y prácticas reguladoras, en donde la participación social se considera fundamental para conseguir la valoración y el manejo apropiado de todos sus recursos. (p, 10)

Este conjunto de procesos, entidades, instituciones y políticas tienen como objetivo la puesta en valor, ya que mediante el reconocimiento del patrimonio y la integración por parte la comunidad será posible conservarlo.

El Coleccionismo y el Diseño de Embalaje: Estrategias de Conservación en Museos Universitarios. Es una actividad que se gesta en la antigüedad, su evolución a través de los siglos ha adquirido relevancia significativa en la sociedad actual. En el contexto de la conservación y restauración, el coleccionismo adquiere una conexión profunda con el pasado, las culturas antiguas y las identidades de cada lugar, ya que está actividad no solo se trata de recolectar objetos, sino de conservar el patrimonio cultural formado por la diversidad de acervo con valor simbólico.

En lo referente al acervo de museos universitarios[2], es de suma importancia priorizar su función como herramienta de investigación, ya que su conexión con el pasado y su procedencia le confiere valores históricos y culturales. Además, por su función original y actualmente

2 La Universidad Autónoma del Estado de México cuenta con diversos espacios museísticos coordinados por la Secretaría de Difusión Cultural. Esta investigación se centró exclusivamente en aquellos adscritos a la Dirección de Museos Universitarios, una de las direcciones que forman parte de dicha Secretaría. Los espacios considerados fueron: el Museo de Historia Natural "Dr. Manuel M. Villada", el Museo de Historia Universitaria "José María Morelos y Pavón", el Archivo Histórico "Presidente Adolfo López Mateos", el Museo Universitario "Leopoldo Flores", el Museo Universitario "Dr. Luis Mario Schneider", el Observatorio Meteorológico "Mariano Bárcena" y los Gabinetes Universitarios de Física, Química y Medicina.

con el contenido simbólico adquirido, constituye un núcleo de identidad. La conservación del acervo universitario implica desafíos complejos relacionados con su manejo, resguardo, traslado y exhibición. El diseño de embalaje responde a la necesidad de garantizar la integridad física y conceptual del objeto, considerando sus características y estado de conservación, especialmente para aquellos acervos con requerimientos específicos que necesitan una estructura de soporte para su conservación integral. Por ello, el embalaje debe ser adecuado para satisfacer las distintas necesidades de la colección, lo que implica que este sea altamente especializado e individualizado, integrando conocimientos de conservación, ciencia de materiales y diseño estructural.

Por eso, el coleccionismo y el diseño de embalaje están relacionados directamente, ambos se centran en la conservación y protección de los objetos, además de salvaguardar el objeto físico-conceptual, contribuyen a alargar la permanencia de los datos históricos, artísticos y culturales del pasado, para que futuras generaciones comprendan y experimenten el conocimiento que les brindan estas colecciones, además de incrementar el interés por acrecentar la identidad cultural del Acervo Universitario.

El Origen del Coleccionismo: De la Supervivencia al Simbolismo en la Prehistoria. Como tal el concepto coleccionismo o colección no existía en la prehistoria, pero la práctica está asociada a la supervivencia y la espiritualidad, al recolectar y conservar objetos específicos ya que se encontraban relacionados con las necesidades y creencias de las comunidades primitivas, los humanos eran cazadores y recolectores, por lo que su interés era direccionado a los materiales, como es el caso de las evidencias encontradas en la fabricación de sus herramientas, por lo que su objetivo era la utilidad para emplearlos.

Los primeros objetos fueron piedras y huesos de animales, consecutivamente se dedicaron a reunir piedras con formas y características inusuales, minerales llamativos por su color, posiblemente fueron utilizados como amuletos u ofrendas en los rituales, con ello se incorporó la dimensión espiritual a la práctica de recolección, lo cual evidenció los primeros reconocimientos estéticos, un ejemplo de esto fue el uso del azabache, material usado principalmente en joyería. En este caso un ejemplo es el de la cueva de Las Caldas (Oviedo, España), "ya en la prehistoria se localizan en ciertos yacimientos arqueológicos fragmentos de materia prima en fase de proceso y piezas ya procesadas" (Andrea Menéndez Menéndez, 2019, p. 133), el mismo material que simbólica e iconográficamente se relaciona "con el culto al sol, con origen en la prehistoria [...], donde está presente en diferentes formas con una finalidad profiláctica destinada a alejar el mal y las enfermedades y atraer la buena suerte" (Andrea Menéndez Menéndez, 2019, p. 187).

Del mismo modo, en la zona de lo que ahora es México existen restos de la actividad humana no sedentaria, de alrededor los 10,000 a los 4,000 años antes de esta era, estás poblaciones de cazadores-recolectores, se establecieron en todo el territorio del país, siendo de relevancia el Peñón de los Baños en la ahora Ciudad de México (Chávez Gómez, 2017) y en Tequixquiac, Chimalhuacán, Tlapacoya, Tepexpan, Chicoloapan, Tocuila, Los Reyes-La Paz, Santa Isabel Iztapa, Estado de México, sitos de los cuales se han recuperado "una gran cantidad de materiales de origen lítico que fueron usados como piedras de molienda, hachas, puntas de flecha y lanza, lo que permite estudiar también diversos procesos de trabajo y su

transmisión cultural" (López Lujan y Santos, 2012, p. 3).

Por lo consiguiente el coleccionismo en la época prehistórica fue una dinámica que asienta los roles de supervivencia, educación y simbolismo dirigido ante su concepción de la naturaleza, por ende es importante destacar que la noción de la palabra colección no es igual a la idea actual de coleccionar objetos por interés o placer, sino que, las sociedades prehistóricas recolectaban objetos con la finalidad funcional y simbólica, que sirvió como punto de evolución para las siguientes etapas de la humanidad.

Coleccionismo y Representación de Poder. Es necesario hablar de Nabucodonosor II (605-562 a. C.), ya que es conocido por los desarrollos arquitectónicos y su pasión por las artes. Su reinado se caracterizó por una expansión significativa y el embellecimiento de su capital, Babilonia, con obras como la puerta de Ishtar, el Templo de Marduk, los Jardines Colgantes, una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo. Además, el gabinete del rey Nabucodonosor II, que se llamó gabinete de maravillas de la humanidad, "Este acto [...] podemos calificarlo como museo ya que estas piezas no se exhiben para que las vea un número reducido de personas sino para que se contemplaran a nivel popular" (Poveda Martínez, 2018, p. 85).

Este gabinete no solo sirvió como una colección de curiosidades y artefactos raros, sino también como un símbolo del poder y su riqueza. En la antigüedad, las colecciones de objetos raros y exóticos eran a menudo una manifestación de poder, reflejando la capacidad del gobernante para obtener y poseer tesoros de lejanas tierras. Esto concordaba con el deseo de Nabucodonosor de construir una capital que reflejara su poder y grandeza.

Esta colección no solo representó un símbolo del poder y la riqueza de Nabucodonosor II, sino que también tenía un propósito educativo y cultural. Al reunir objetos de diferentes culturas y regiones, el gabinete de maravillas de la humanidad permitía a los visitantes aprender sobre la diversidad del mundo antiguo y fomentaba la apreciación y el respeto por las diferentes tradiciones y prácticas culturales que "se conciben hoy día como una muestra precoz de actividad pre-museística; y, por tanto, una prueba más de coleccionismo temprano" (Casado Rigalt, 2020, p. 15).

El *Museion* es considerado el primer museo de la historia, fundado en Alejandría, Egipto, en el siglo III a.C. por Ptolomeo I (367- 283 a.C.) Este espacio, dedicado a las Musas, diosas de la literatura, la ciencia y las artes, marcó el inicio de una tradición de coleccionismo que ha evolucionado a lo largo de los siglos hasta nuestros días. Reunía poetas, artistas y sabios, e incluía un laboratorio, observatorio, jardines zoológicos y espacios botánicos, "llama la atención el carácter vitalista con el que se concibe este primer museo de la cultura helenística, que responde a un espíritu que hoy denominaríamos universitario, un centro libre para la enseñanza y el intercambio de ideas y conocimientos" (García Serrano, 2000, p. 43). Dentro de esta organización, los sacerdotes desempeñaban un papel importante al ser responsables de resguardar e inventariar las obras que alojaba el recinto.

Este sitio se dispuso de lo necesario para que poetas, escritores y científicos vivieran y trabajaran ahí, su objetivo era promover la investigación y la cultura, y se convirtió en un importante centro de estudios en diversas disciplinas, como geografía, medicina, literatura,

astronomía, historia, física, matemáticas y filosofía. Hubo áreas al servicio de los eruditos y sabios, como salas de conferencias, laboratorios, observatorios, alojamiento y comedor.

La relación del *Museion* con el coleccionismo radica en su función como centro de conocimiento y en su estrecha vinculación con la Biblioteca de Alejandría. La biblioteca tenía como objetivo reunir todos los libros existentes en el mundo antiguo, convirtiéndose en un símbolo de coleccionismo de conocimientos y sabiduría. A lo largo de su existencia, el *Museion* y la Biblioteca de Alejandría atrajeron a numerosos eruditos y científicos, convirtiéndose en un importante centro de intercambio de ideas y conocimientos.

El coleccionismo en Grecia Antigua tenía raíces profundamente arraigadas en la religión y la mitología. Los templos servían como los principales espacios de coleccionismo, donde se acumulaban ofrendas votivas de gran valor artístico y cultural. Estas colecciones no solo tenían un propósito religioso, sino que también funcionaban como manifestaciones de poder y prestigio para las ciudades-estado *polis*.

El Santuario de Delfos, por ejemplo, albergaba una vasta colección de tesoros donados por ciudades-estado y líderes individuales, reflejando una práctica de dedicación a los dioses que también servía para exhibir la riqueza y el poder de los donantes, llamados "los tesoros, edificios donde se guardaban estatuas y otros objetos preciosos que las ciudades habían consagrado al templo como ofrendas votivas y exvotos" (Rodríguez Morales, 2006, p. 44). Como se puede ver la Antigua Grecia es un precursor temprano de la intersección entre el arte, la religión y la política, así advertimos cómo esta unión comienza a amalgamarse para posteriormente iniciar con la práctica del coleccionismo. Los griegos no solo seleccionaban obras de arte propias, sino también objetos de otras culturas, este interés por la diversidad cultural y artística marca una de las primeras instancias de un enfoque directo en el coleccionismo, marcando la importancia del intercambio cultural en la antigüedad. La inclusión de objetos extranjeros en las colecciones griegas también refleja una curiosidad y un respeto por otras culturas, un aspecto crucial en el desarrollo de la museología y la conservación del patrimonio cultural.

El coleccionismo en la Grecia Antigua fue una práctica multifacética que reflejaba y moldeaba la sociedad, la religión y la estética de su tiempo. Al estudiar estas prácticas, obtenemos una comprensión más profunda de cómo los griegos veían su mundo y su lugar en él. Además, estas prácticas sentaron las bases para la conservación del arte y el patrimonio cultural, influenciando la museología y las prácticas coleccionistas hasta la fecha. A través del lente del coleccionismo griego, podemos apreciar no solo la riqueza de la cultura griega, sino también el legado duradero que ha dejado en la historia del arte y la conservación cultural.

En Roma, algunas colecciones privadas comenzaron a vincular el arte con el acceso público. Un ejemplo destacado es la del cónsul Lúculo (118-56 a.C.), quien "hizo gala de una sensibilidad por las artes inusual en alguien de su rango, que le llevó a amasar una valiosa colección de estatuas y pinturas, sobre todo tras sus campañas militares por el Mediterráneo Oriental" (Casado Rigalt, 2020, p. 19), Más adelante el emperador Adriano (76-138 d.C.) también promovió estas prácticas, permitiendo la exposición de obras al público. En este contexto, se desarrolló una forma de museo al aire libre, en la que también surgieron conceptos

como el mercado de arte, la falsificación, la restauración, la protección pública del patrimonio y la difusión mediante exposiciones itinerantes que incluían pinturas de las hazañas de los grandes estrategas.

Durante la Edad Media, la creación de objetos artísticos se centraba en la elaboración de objetos de culto con fines didácticos y morales, ya que los templos servían como museos públicos, "todos los objetos de las antiguas civilizaciones eran considerados como tesoros a los que posteriormente se les otorgaba un destino y un significado de carácter religioso" (Marco Such, 1997, p. 28). Además, también había cámaras privadas para colecciones especiales. En esta época se detuvo oficialmente el ejercicio vinculado al desarrollo de la ciencia y las letras, lo que afectó la formación de colecciones privadas, "esta acción de *atesorar* más que de coleccionar será el germen de los Museos de la Iglesia: diocesanos, catedralicios, parroquiales y conventuales" (Hernández Hernández, 1994, p. 13).

El Renacimiento del Coleccionismo: De los Gabinetes de Curiosidades a los Museos Públicos Modernos. Durante los siglos XV y XVI, el interés por el coleccionismo aumentó considerablemente. Mecenas y nobles italianos comenzaron a reunir obras de arte, antigüedades clásicas y curiosidades naturales, lo que dio lugar al desarrollo de las primeras galerías y gabinetes de curiosidades. En palabras de Rosado de Rueda, "ya no es acumulativo, sino selectivo y personal. De carácter privado e individual. Incluye objetos profanos, curiosos, novedosos y exóticos" (2017, p. 214). En el siglo XVII, el coleccionismo de objetos científicos —como especímenes botánicos, animales disecados y minerales— cobró fuerza, en relación directa con los avances en ciencia e investigación. En 1683 se inauguró el primer museo universitario, "el Ashmolean Museum, considerado como 'el primer museo público de carácter pedagógico,' marcó los lineamientos de cómo debían ser y funcionar los museos académicos" (Rico Mansard, 2003, p. 67).

Posteriormente, en 1759, se abrió al público el Museo Británico, "con colecciones que han ido aumentando desde entonces, a pesar de que en la década de los años ochenta del siglo XIX se separaran las colecciones de historia natural y en 1973 la British Library" (Marín Torres, 1999, p. 150). "Esta idea de otorgar al pueblo el derecho al disfrute de los bienes artísticos se extendió por toda Europa y a ella responden todos los grandes museos nacionales que fueron creados, a imagen y semejanza del Louvre", el cual se inauguró en 1793. (García Serrano, 2000, p. 58). Finalmente, en 1880 se inauguró el Museo Metropolitano de Nueva York, "de carácter monumental y ecléctico, destaca su fachada principal en la que se combinan pilastras y entablamentos de diferentes órdenes clásicos con arcos de medio punto de tipo renacentista" (Hernández Hernández, 1994, p. 122). Estos museos permitieron que las colecciones estuvieran disponibles para el público en general y desempeñaron un papel importante en la conservación del patrimonio cultural. De esta manera, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el museo se convirtió en una figura relevante que contribuyó al desarrollo cultural humano.

Legislación y Normatividad Aplicada a la Conservación del Patrimonio Cultural Universitario. Dentro de las disciplinas de la conservación y la restauración existen normativas que permiten dar guía a las prácticas de estas especialidades, con el fin de garantizar una ejecución adecuada en los bienes culturales, dichas políticas se han desarrollado a partir de la necesidad por proteger el patrimonio cultural, ya que este es parte del desarrollo social,

cultural y económico de un territorio, "su conservación y gestión adecuada se vuelve objetivo público y es obligación del Estado generar instrumentos y herramientas para su protección, conservación y salvaguarda" (Pesantes Rivera, 2022, p. 3771), por ello es importante recordar que este patrimonio puede ser tangible, intangible o natural.

Puesto que el patrimonio cultural es producto de la identidad de una comunidad y lo que va forjando, el establecimiento de políticas de conservación permite a esas prácticas continuar con el desarrollo de cada diversidad cultural frente a la situación que actualmente conocemos como globalización. Aunado a la anterior, la falta de políticas dejaría al patrimonio sin protección frente a intervenciones inadecuadas, por ello se establecen las competencias y los niveles de responsabilidad de cada ente del Estado, así como regular la acción de los operadores, conservadores, restauradores o especialistas de otras disciplinas.

Por otro lado, crear políticas incluye atender las situaciones fuera del control humano, por ello debe contemplar generar los mecanismos que respondan a desastres naturales como terremotos, inundaciones, huracanes o cualquiera que genere la naturaleza.

A nivel mundial, la conservación y restauración del patrimonio están reguladas por diversas leyes y convenciones, que han servido de referencia para generar otros documentos normativos, conforme se han hecho revisiones de estos, se han agregado y especificado nuevas problemáticas y soluciones, de ahí que sea importante analizarlos y comprender su evolución.

La conservación preventiva es la materia que guía el proyecto, diseño de embalaje para acervo de Museos Universitarios, de ahí la importancia por conocer sus antecedentes, En 1933 el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), redactó la Carta de Atenas, se centró en los principios y recomendaciones para la planificación urbana y la arquitectura moderna, el cual incluye un inciso referente al patrimonio histórico de las ciudades.

En este nos menciona principios relevantes, a manera de síntesis, la UNESCO (2006) destaca la importancia de la conservación del patrimonio artístico y arqueológico, la protección de monumentos, el uso juicioso de materiales modernos como el cemento armado, el trabajo multidisciplinario y la participación de la comunidad en la conservación. También se enfatiza la conservación de esculturas monumentales en su ubicación original y la publicación de inventarios para el estudio. En última instancia, se resalta que el afecto y el respeto del pueblo son fundamentales para garantizar la conservación de los monumentos y obras de arte, y se insta a los educadores a inculcar en la juventud la importancia de proteger los testimonios de la civilización.

Con respecto a la Carta de Nara (1994), esta establece de manera primordial el concepto de autenticidad en el patrimonio cultural. Como señala la propia carta, "la contribución primordial aportada por la consideración de la autenticidad en la práctica de la conservación es aclarar y comprender los aspectos de la memoria colectiva de la humanidad, en un mundo cada vez más presionado por las fuerzas de la globalización" (Magar Meurs et al., 2019, p. 253). La diversidad del patrimonio cultural es una fuente insustituible para toda la humanidad, y su preservación exige el respeto hacia otras culturas y todos los aspectos de sus sistemas de creencias. La autenticidad se fundamenta en los valores atribuidos al patrimonio, es decir, en

el conocimiento y la comprensión de sus características originales y posteriores, siendo un requisito fundamental para evaluar todos los aspectos de su legitimidad. Asimismo, la autenticidad resulta fundamental en los estudios científicos del patrimonio cultural y en los planes de conservación y restauración.

Es importante destacar que cartas internacionales como la Carta de Venecia y la Carta de Nara, ya que representan un papel fundamental en la implementación de la conservación del patrimonio cultural a nivel mundial. Estas cartas establecen principios y directrices que enfatizan la importancia de preservar la autenticidad, la integridad y el valor cultural de los bienes patrimoniales. Por tanto, la conservación enfocada desde el diseño de embalaje asegura que los materiales y técnicas utilizados son funcionales a largo plazo, para evitar daños, así contribuir a la salvaguarda y protección del patrimonio cultural.

En lo que concierne a la Carta de Atenas, este es un documento fundaåmental en el estudio del patrimonio arquitectónico y la preservación patrimonial. Se emitió en 1931 por el Congreso Internacional de Historia del Arte celebrado en París en 1930. El cual plasmó teorías, normas, principios, metodologías, materiales y técnicas resultantes de las discusiones y acuerdos internacionales en torno a la conservación y restauración del patrimonio, cabe señalar que parte de su contenido se enfocó en "un interés común sobre las riquezas culturales y artísticas de todos los países, sin que esto implicara la intervención más allá de la cooperación, inclusive se instó a cada país a elaborar su propio inventario y archivo documental de bienes" (Robles Cairo et al., 2023, p. 1459).

La Carta de Venecia, también conocida como la Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos y Sitios, es un documento fundamental en el estudio del patrimonio arquitectónico y cultural. Fue redactado en 1964 durante el segundo Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos en Venecia, en este se establecen los principios y normas para la conservación y restauración del patrimonio cultural, incorporando disposiciones asociadas con la protección del patrimonio en contextos de conflictos armados.

En seguida se presenta un listado de Cartas y Convenciones que sirven de base para alinear el proyecto, ya que estos documentos proporcionan un marco para las prácticas de conservación, manejo y almacenamiento de acervo, además de establecer los principios para la reconstrucción del patrimonio cultural.

- Convención de La Haya para la Protección de Bienes Culturales en Caso de Conflicto Armado (1954): Este acuerdo aborda la protección del patrimonio cultural, incluidas las obras de arte, en caso de conflictos armados.
- Carta de Venecia (1964): Este documento es fundamental en la conservación y restauración del patrimonio arquitectónico. Establece principios para la preservación y restauración de edificios históricos, que pueden ser aplicables a la conservación de obras de arte.
- Convención sobre las Medidas que Deben Adoptarse para Prohibir e Impedir la Importación, Exportación y Transferencia de Propiedad Ilícita de Bienes Culturales (1970): Adoptada por la UNESCO, esta convención busca prevenir y combatir el tráfico ilícito de bienes culturales, promoviendo medidas legales o administrativas entre los Estados Parte.

- Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (1972): Adoptada por la UNESCO, esta convención establece la importancia de preservar sitios de significado cultural y natural para toda la humanidad. Ofrece directrices para la conservación y protección de estos sitios.
- Recomendaciones de Tbilisi (1977): Aunque se centra en la educación ambiental, estas recomendaciones pueden aplicarse a la sensibilización y educación en la conservación del patrimonio cultural.
- Carta de Burra (1979): Aunque no es una convención internacional, la Carta de Burra proporciona pautas sobre la conservación y el manejo de lugares de patrimonio cultural. Es reconocida internacionalmente en la conservación.
- Documento de Nara sobre la Autenticidad (1994): Este documento amplía los conceptos de la Carta de Venecia, enfatizando la importancia de considerar los valores culturales específicos y los contextos en la conservación del patrimonio.
- Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial (2003): Esta convención de la UNESCO se centra en la protección y promoción del patrimonio cultural inmaterial, que incluye tradiciones orales, artes escénicas, prácticas sociales, rituales y eventos festivos.
- Declaración de Berlín sobre la Conservación Digital (2003): Aunque más reciente, esta declaración puede ser relevante para su trabajo en reconstrucción patrimonial con impresión 3D, ya que se enfoca en la conservación digital y la accesibilidad del patrimonio cultural.
- Convención sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales (2005): Esta convención de la UNESCO tiene como objetivo proteger y promover la diversidad cultural frente a la globalización, apoyando la creatividad y las industrias culturales.

En tal sentido, las cartas y convenciones internacionales mencionadas brindan un marco integral para la conservación del patrimonio cultural, abarcando desde la protección en situaciones de conflicto armado hasta la promoción de la diversidad cultural. Estos documentos no solo establecen principios fundamentales para la conservación y restauración, sino que también enfatizan la importancia de la autenticidad, la integridad, la educación patrimonial y la innovación tecnológica, como el uso de tecnologías 3D, que robustecen el compromiso global con la protección del patrimonio cultural tangible.

Siguiendo estos lineamientos internacionales, diversos países han adaptado sus marcos normativos nacionales para atender las particularidades de su patrimonio cultural. En este sentido, la UNESCO ha impulsado programas orientados a la preservación del patrimonio natural y cultural, consolidándose como un referente en la materia. De manera paralela, en México, la conservación del patrimonio se encuentra regulada por un conjunto de leyes y normas específicas que protegen el patrimonio cultural. Entre las más destacadas se encuentran:

- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos: Esta ley establece las bases para la protección, conservación y restauración de los monumentos y zonas de valor arqueológico, artístico e histórico en México. En su artículo 35, se menciona

que el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) tiene la facultad de autorizar el embalaje y transporte de bienes arqueológicos, lo que sirve de sustento para esta investigación.

- Ley General de Bienes Nacionales: Esta ley regula el uso y la conservación de los bienes que son propiedad de la nación, incluyendo los acervos arqueológicos. En su artículo 27, se menciona que el INAH tiene la facultad de supervisar la conservación de estos bienes.
- La Ley General de Cultura y Derechos Culturales: Esta ley reconoce, protege y garantiza el derecho a la cultura y los derechos culturales, estableciendo las bases para la promoción y difusión de la cultura y el patrimonio cultural.
- La Ley de Archivos: Esta ley establece las bases para la organización y conservación de los archivos en México, incluyendo los documentos que forman parte del patrimonio documental de la nación.

Por consiguiente, las leyes y normas mexicanas reflejan un sólido compromiso con la protección y conservación del patrimonio cultural del país. La regulación detallada por parte de instituciones como el INAH asegura que los monumentos y acervos culturales sean preservados adecuadamente. Estas leyes no solo garantizan la protección física de los bienes culturales, sino que también promueven el acceso y disfrute de la cultura por parte de todos los ciudadanos, fortaleciendo así el vínculo entre el pasado y el presente cultural de México.

La conservación del acervo de los Museos Universitarios es esencial para resguardar la historia y la cultura de una sociedad. En México, la legislación y los acuerdos internacionales son pilares fundamentales en este proceso, especialmente en proyectos de investigación como el diseño de embalajes para acervos universitarios. Uno de los principales marcos normativos en México es la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, que regula la protección, conservación y restauración de bienes con valor histórico, arqueológico y artístico. Adicionalmente, la adhesión de México a la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la UNESCO demuestra su compromiso con la preservación del patrimonio, reconociendo su valor tanto a nivel nacional como global. Por otro lado, aunque la Carta de Venecia no es un documento legal, es un referente clave en la conservación y restauración de monumentos, destacando la importancia de preservar la integridad y autenticidad de los bienes culturales.

A la par del marco legal nacional e internacional, las universidades públicas en México, como la Universidad Autónoma del Estado de México, han desarrollado sus propios instrumentos normativos para la gestión y conservación del patrimonio cultural que resguardan. Estas disposiciones internas no solo se alinean con los principios globales de preservación, sino que también reflejan el compromiso institucional con la protección del acervo universitario, tanto en su dimensión material como simbólica. En el caso de la UAEMéx, la legislación universitaria establece directrices claras que legitiman y regulan las acciones de conservación preventiva, entre ellas el diseño de embalajes individualizados mediante tecnología 3D, lo que garantiza su viabilidad técnica, operativa y jurídica en el ámbito museístico universitario.

La Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México establece como parte de sus fines y atribuciones, "preservar, administrar e incrementar el patrimonio universitario" (2021, p. 1, art. 2, fracc. VII), y otorga al Consejo Universitario la responsabilidad de "vigilar la preservación y conservación del patrimonio cultural universitario" (2021, p. 6, art. 21, fracc. X). Además, reconoce que este patrimonio incluye "bienes relativos a los conocimientos y valores de carácter humanístico, científico, tecnológico, histórico, artístico y de otras manifestaciones de la cultura que sean producto de la sociedad y sus comunidades" (2021, p. 11, art. 36, fracc. II). Estas disposiciones ofrecen un fundamento legal claro para la implementación de políticas y acciones orientadas a la protección del patrimonio cultural universitario.

El *Reglamento de Difusión Cultural de la Universidad Autónoma del Estado de México* define como patrimonio cultural universitario a los "bienes relativos a los conocimientos y valores de carácter humanístico, científico, tecnológico, histórico, artístico y de otras manifestaciones de la cultura" (2022a, p. 2, art. 4, fracc. IV). Asimismo, establece que la política cultural universitaria corresponde al "conjunto de proyectos, programas y, en general, acciones que la Universidad realice con el fin de preservar, conservar, fomentar y desarrollar la cultura" (2022a, p. 2, art. 4, fracc. VII). Señala además que la Dirección de Patrimonio Cultural será la instancia responsable de "planear, coordinar, dar seguimiento y evaluar las actividades tendentes a rescatar, preservar, conservar, acrecentar, difundir y documentar el patrimonio cultural universitario" (2022a, p. 7 art. 16). De igual forma, el artículo 24 indica que la Dirección de Museos Universitarios es la encargada de "coordinar proyectos museísticos; planear, desarrollar y evaluar las actividades de los museos universitarios; así como llevar a cabo acciones relacionadas con el rescate, preservación, conservación, acrecentamiento, difusión, documentación y exposición de los bienes artísticos y culturales" (2022a, p. 10). Estas disposiciones refuerzan la conservación preventiva como una obligación institucional, dentro de la cual el diseño de embalaje individualizado juega un papel fundamental para proteger el acervo ante riesgos físicos, ambientales y estructurales.

En el *Reglamento del Patrimonio Cultural Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de México*, la conservación de los bienes culturales se establece como una función esencial y permanente dentro de la gestión del patrimonio universitario. Las Direcciones de Patrimonio Cultural y de Museos Universitarios deben coordinarse "para preservar, conservar, rescatar, acrecentar y difundir el acervo artístico y cultural que esté a su cargo" (2022b, p. 4, art. 19). Esta función se sustenta en procedimientos técnicos normados, los cuales comprenden: "I. Dictaminación del estado de conservación; II. Registro del deterioro y desarrollo del proceso; III. Diseño de intervención; IV. Ejecución de la restauración; V. Embalaje; VI. Formulación de lineamientos de conservación" (2022b, p. 5, art. 21).

También se indica que ambas direcciones "diseñarán e implementarán acciones para prevenir el deterioro de los bienes artísticos y culturales que tienen a su cargo" (2022b, p. 5, art. 22). Además, el artículo 49 establece que dichas direcciones deben:

- Mantener, conservar y proteger los bienes culturales u obras artísticas bajo su resguardo que constituyan patrimonio nacional, a fin de evitar su deterioro.
- Promover la investigación relativa a las colecciones que integran el patrimonio cultural universitario.

- Coordinar y llevar a cabo trabajos de restauración, conservación, rescate y preservación de los bienes artísticos y culturales. (2022b, p. 10, art 49, fraccs. V-VII).

Tabla 2

Normas internacionales, nacionales y universitarias aplicables al diseño de embalajes para acervos universitarios.

Criterio	Cartas y convenciones internacionales	Leyes y normas mexicanas	Normatividad universitaria (UAEMéx)
Ámbito de aplicación	Global, aplicables a múltiples contextos culturales.	Nacional, específico para el contexto cultural e histórico de México.	Institucional, regulan la gestión del patrimonio dentro de la UAEMéx.
Enfoque principal	Protección, conservación y promoción del patrimonio cultural tangible e intangible.	Protección, conservación y regulación del patrimonio arqueológico, artístico e histórico.	Conservación preventiva, documentación, restauración y diseño de estrategias internas.
Instituciones involucradas	UNESCO, ICOM, ICOMOS, ICCROM.	INAH, INBAL.	Consejo Universitario, Dirección de Patrimonio Cultural, Dirección de Museos Universitarios.
Relevancia para el proyecto	Ofrecen un marco conceptual amplio para la aplicación del proyecto basado en el uso de la tecnología 3D en la conservación.	Proveen regulaciones específicas para el manejo, embalaje y traslado del patrimonio.	Sustentan legalmente la implementación de embalajes individualizados en museos universitarios.
Educación y sensibilización	Énfasis en la educación ambiental y cultural como parte integral de la conservación.	Promoción del acceso a la cultura y los derechos culturales como parte del marco legal.	Establecen formación, capacitación y responsabilidades institucionales sobre conservación.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis comparativo de normativas internacionales, leyes mexicanas y reglamentación universitaria aplicables al diseño de embalajes para acervos (2024).

Por su parte, la Dirección de Museos Universitarios tiene la responsabilidad de "coordinar proyectos museísticos; planear, desarrollar y evaluar las actividades de los museos y otros espacios culturales; y llevar a cabo acciones relacionadas con el rescate, preservación, conservación, acrecentamiento, documentación y difusión de los bienes artísticos y culturales" (2022b, p. 9, art. 48). Estas bases normativas legitiman el uso del diseño de embalaje individualizado con tecnología 3D, no solo como innovación técnica, sino como parte de las estrategias de conservación preventiva reconocidas por la Universidad.

En este contexto, la aplicación de estas normativas resulta crucial para el diseño de embalaje individualizado para acervo universitario, especialmente en aquellos casos que requieren estructuras de soporte para garantizar su conservación integral. La colaboración interdisciplinaria entre diseño, patrimonio, conservación preventiva y tecnologías como el escaneo, modelado e impresión 3D permite desarrollar soluciones innovadoras para la preservación, almacenamiento, traslado y exhibición de estas piezas. Así, los acuerdos internacionales, la legislación mexicana y los reglamentos institucionales de la UAEMéx no solo ofrecen un marco legal sólido y articulado en distintos niveles, sino que resultan indispensables para la ejecución efectiva de proyectos orientados a la protección del patrimonio universitario. Su implementación fortalece la continuidad del legado cultural, garantizando su transmisión a futuras generaciones.

1.3 Vigencia de la Teoría de Cesare Brandi en la Conservación Contemporánea

Una parte de la investigación y desarrollo de este proyecto está basada en los principios de conservación a partir de la teoría de la restauración de Cesare Brandi, puesto que su enfoque conjunta la importancia de la creación artística, la ciencia y la tecnología. Es decir, el dialogo entre la restauración y el principio brandiano, visto desde la perspectiva de distintos autores, en este caso se seleccionó la concepción de Paul Philippot, la reinterpretación de Jukka Jokilehto, y el análisis actual de Yolanda Madrid Alanís[3], con la finalidad de ofrecer una base de reflexión crítica para investigadores, conservadores y profesionales del patrimonio.

Asimismo, al intervenir un objeto artístico o bien cultural, debe considerarse su realización de distintos campos, el práctico y el teórico, ya que ambos contribuyen de manera integral a la solución requerida, "de ahí que la Restauración implique una intervención en un objeto, acciones directas e indirectas, decididas a partir del uso de preceptos teóricos" (Madrid Alanís, 2019, p. 98). Por consiguiente, resolver el planteamiento y ejecución de la intervención requiere analizar los datos y trayectoria de una pieza; la ideación, la creación, su contexto, uso o aplicación entre otros aspectos. A partir de esa información, se logra la recuperación con base en un proceso analítico que permite una ejecución adecuada, encaminada a su reincorporación como objeto de la creación humana.

3 Yolanda Madrid Alanís es restauradora perito del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y profesora de la misma institución desde 1996. Tiene una maestría en Teoría critica en 17, Instituto de Estudios Críticos. Recibió el premio "Paul Coremans" del INAH, en 1999.

Partiendo del pensamiento de Brandi, quien define la restauración como la intervención sobre un objeto producido por la actividad humana —posteriormente denominado obra de arte—, su valor no solo radica únicamente en sus cualidades materiales, sino en el conjunto que representa como resultado del reconocimiento y la conciencia que genera, es decir por lo que significa.

La restauración, entonces, constituye el momento de reconocimiento de la obra de arte como totalidad, conformada tanto por su consistencia material como conceptual. La consistencia material se compone a su vez, de un aspecto estético y otra histórico, cuya unidad debe ser conservada para el futuro. "De esta definición surge que el imperativo de la restauración, como aquel más general de la conservación (que no obstante se presenta como restauración preventiva)" (Brandi, 2019, p. 32). Por tanto, esta investigación se fundamenta en el concepto de conservación preventiva, ya que una de sus metas es mantener el acervo en óptimas condiciones y asegurar su permanencia a largo plazo.

Otro punto por considerar desde la perspectiva de C. Brandi es el desarrollo de la creación artística, pues esta implica un proceso técnico y artístico, dando lugar a principios fundamentales que guían la restauración. El respeto por el original, la irremplazabilidad de la materia, el reconocimiento visual de la intervención y la reversibilidad son elementos esenciales que derivan de su concepción única de la creación artística, pues depende de analizar al objeto sin falsificar. "Por ello hay que entender cómo, para Brandi, restauración y critica son identificadas como una sola entidad, constituyendo esto el punto de partida de su teoría de la restauración" (Santabárbara Morera, 2019, p. 230). Es decir, ser conscientes ante el objeto y su clasificación como objeto de arte, el proceso de intervención y lo que implica.

Continuando con este planteamiento, la restauración se muestra como un proceso complejo que va más allá de una mera intervención física sobre el objeto. El restaurador se enfrenta a la tarea de interpretar los datos contenidos en él, lo cual implica una lectura atenta y respetuosa de los elementos semánticos y figurativos presentes en el objeto cultural. Este proceso se encuentra en constante actualización, ya que el objeto al ser observado y reconocido adquiere nuevas lecturas a lo largo del tiempo, "es evidente que la proximidad constante, la comunión que se produce tras el paso de los días, junto con los procesos de investigación y discusión con especialistas en distintas áreas de conocimiento van provocando otros sentidos a las observaciones realizadas" (Madrid Alanís, 2019, p. 102), de manera que, el trabajo entre disciplinas, la metodología y procesos para abordar la problemática de intervención, permiten reflexionar ante el objeto y su condición, con el fin de determinar una solución adecuada y pertinente a la temporalidad actual.

Dado que existe una relación entre la restauración y otras disciplinas, este proyecto de diseño de embalaje se beneficia significativamente de un enfoque transdisciplinario, que enriquece el proceso de desarrollo al integrar diversas perspectivas y conocimientos. Esta diversidad permite abordar la complejidad de cada pieza, combinando arte, conservación, museografía, diseño y otras disciplinas pertinentes según el estudio de caso. Además, el uso de la tecnología 3D, alineado con el principio de no invasión, resulta fundamental para garantizar que el acervo no se vea afectado. La incorporación del concepto de sostenibilidad refuerza este planteamiento, ya que promueve el uso de materiales y métodos duraderos sin que im-

pacten negativamente el entorno, reduciendo la necesidad de intervenciones futuras o restauraciones. Siempre que sea posible, se enfatiza en el uso de materiales amigables con el medio ambiente. Asimismo, la integración de la estética, la teoría del arte y la divulgación cultural proporciona un marco interpretativo que permite valorar las obras en su contexto histórico y simbólico, asegurando la conservación tanto de su aspecto material como de su significado.

Figura 4
Análisis microscópico de acervo universitario en el Departamento de Restauración de la UAEMéx



El Diario de Burdeos de Antonieta Rivas Mercado se inspecciona cuidadosamente usando técnicas avanzadas para asegurar su preservación a largo plazo. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

En este entorno, se reafirma el diálogo entre la crítica y la estética, es decir, se reconoce que no se puede separar lo teórico de lo práctico, especialmente cuando se incorporan herramientas tecnológicas de vanguardia. Brandi ya mencionaba el papel de la ciencia como mediadora entre la interpretación crítica y estética. "La ciencia, por lo tanto, como una ayuda importante, sin perder el hecho de que la restauración basa su propia razón de ser en la interpretación crítica" (Occelli, 2019, p. 297).

Ante esta postura, Paul Philippot coincide con Brandi, puesto que comprende la restauración desde las dimensiones estética e histórica. Para él, la obra de arte es el momento de reconocimiento, pues es resultado de la actividad humana en tiempo y espacio determinados, "y permite sentirla como una interpelación del pasado dentro de nuestro presente: una voz actual en la cual resuena ese pasado" (Philippot, 2015, p. 20). Igualmente, concuerda con el principio en que el restaurador sabe comprender al otro, por lo que está abierto a la diversidad cultural y a utilizar información proveniente de distintas disciplinas, abordando las problemáticas con tecnología e información actualizada.

La intervención del restaurador no es solo una acción técnica, sino un acto histórico que inscribe a la obra en la problemática de la tradición. En este contexto, es crucial que el restaurador esté atento a permitir o facilitar intervenciones posteriores, respetando las modificaciones del tiempo y haciendo evidente la intervención, "de tal manera que la integración de las lagunas, destinada a conferirle al original su máximo de presencia, sea siempre fácilmente identificable y aparezca claramente como lo que es: una interpretación critica actual" (Philippot, 2015, p. 26), y no una falsificación que niegue el paso del tiempo.

El concepto de unidad según C. Brandi, es esencial para comprender la restauración como un proceso que va más allá de la mera reconstrucción física. En ese sentido, él dice, que la unidad es cerrada e intuitiva, es decir, se ve de manera integral y no fragmentada. De ahí surge el término unidad potencial, que se refiere a una perspectiva estética que permite la apreciación y lectura completa de la imagen, considerando las lagunas como interrupciones que afectan la continuidad del objeto.

Aunque ambos conceptos son cercanos, presentan diferencias fundamentales. La unidad se refiere al reconocimiento general de la obra, mientras que la unidad potencial implica una reflexión crítica previa a la intervención. Es crucial no confundir ni sustituir uno por otro, ya que tienen funciones distintas dentro del proceso restaurativo. En consecuencia, surge el concepto de unidad visual, entendido como el nivel de intervención necesario para recuperar la percepción íntegra del objeto, considerando sus valores formales y cromáticos. "En este sentido, Brandi emplea conceptos de la psicología de la Gestalt para el reconocimiento de las problemáticas de faltantes en las pinturas, que define como lagunas; las leyes de la psicología Gestalt aluden a la percepción" (Madrid Alanís, 2019, p. 112), de este modo, la incorporación de estos conceptos permite al restaurador enfrentarse a la ausencia de materia y a las interrupciones en la lectura de la obra.

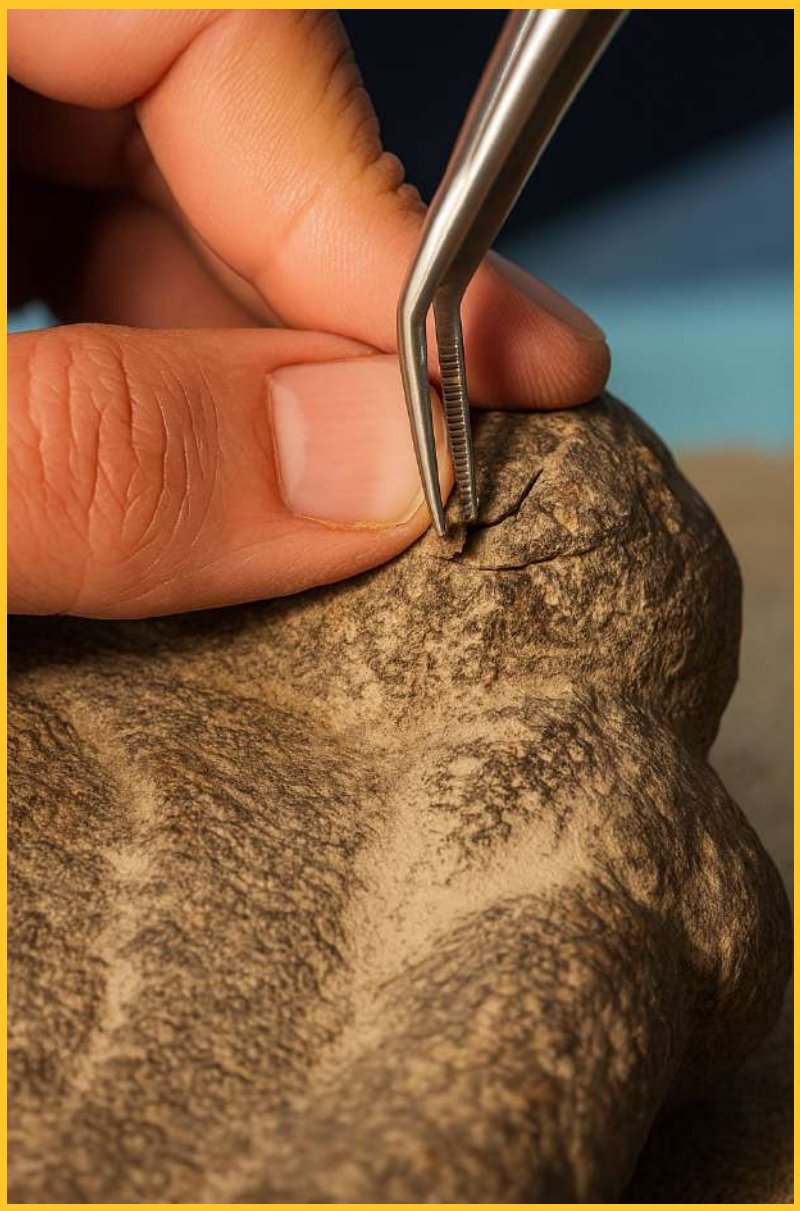


Figura 5

Adhesión de fragmento en pieza prehispánica como parte del proceso de conservación.

La imagen muestra el momento en que se reintegra cuidadosamente un fragmento desprendido de una pieza prehispánica mediante el uso de pinzas, como parte de un proceso técnico de conservación. Este tipo de intervención permite comprender no solo la estructura física del objeto, sino también su valor simbólico y funcional dentro de las prácticas culturales originarias. Su restauración contribuye a mantener vigente la memoria material e inmaterial que estas piezas representan. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

La obra, como una entidad creativa, experimenta cambios a lo largo del tiempo, incluso en estado fragmentado, su unidad puede ser reintegrada si no ha alcanzado un estado de ruina. La restauración, entonces, no es simplemente una tarea de reconstrucción física, sino un proceso que busca recuperar la unidad visual y potencial de la obra de arte en toda su complejidad formal, estética y simbólica.

De la misma manera Jukka Jokilehto está de acuerdo en que la conservación del patrimonio ha experimentado una evolución significativa en la segunda mitad del siglo XX, especialmente con la inclusión de nuevas categorías como los "paisajes culturales, un concepto que fue adoptado por el Comité del Patrimonio Mundial en 1992, y por el Consejo de Europa en 1995" (Jokilehto, 2015, p. 48). Esto ha propiciado un mayor interés tanto en el patrimonio tangible como intangible, al mismo tiempo ha impulsado la participación activa de las comunidades en el manejo y conservación del acervo.

En 2005, la Convención sobre la protección y la promoción de la diversidad de las expresiones culturales de la UNESCO amplió la noción de obra de arte, concepto que con anterioridad había manejado Brandi para referirse a las creaciones humanas, además se reconocen varios principios en la conservación contemporánea, "como el respeto a los derechos humanos y el principio de complementariedad de los aspectos económicos y culturales del desarrollo" (Jokilehto, 2015, p. 42). Esto es, la Convención reconoce la diversidad cultural y sus características espirituales e intelectuales como algo irremplazable.

Con el fin de recapitular los aspectos centrales de la Teoría de la conservación de Cesare Brandi, es importante señalar que su propuesta ha evolucionado, adaptándose a nuevos enfoques, lo que confirma su vigencia como una referencia clave en los campos de la restauración y la conservación. Brandi concibe la restauración como una actividad esencialmente crítica, compuesta por dos dimensiones: una histórica y otra estética. Además, el método debe considerar varias etapas, entre ellas la observación, la descripción, la medición y la planeación del proceso de intervención, considerando que cada uno de los objetos patrimoniales contienen valores tanto tangibles como intangibles, ya que una obra o acervo se conforma no solo de materia sino de imagen, en consecuencia, la noción de unidad visual deberá considerarse como un componente fundamental para guiar toda intervención.

En suma, la teoría de Cesare Brandi continúa siendo un referente fundamental en la práctica contemporánea de la conservación y la restauración. Su enfoque crítico-estético, complementado por las reflexiones de autores como Paul Philippot y Jukka Jokilehto, permite comprender el patrimonio como una construcción histórica, material y simbólica, cuya conservación exige una lectura interdisciplinaria y contextual. En este sentido, el diseño de embalajes para acervo universitario, fundamentado en la conservación preventiva y sostenido por principios de unidad visual y respeto por la autenticidad, se consolida como una estrategia coherente con los valores teóricos aquí expuestos. Así, el proyecto no solo responde a necesidades técnicas, sino que se inscribe en una tradición intelectual que articula arte, ciencia, sostenibilidad y memoria cultural.

1.4 Conservación Preventiva, Estrategias para la Preservación del Patrimonio Cultural en Entornos Universitarios

La conservación preventiva es una acción encaminada para la preservación del patrimonio cultural que se centra en minimizar el deterioro y la pérdida de información a través de la identificación y la mitigación de los riesgos potenciales. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), ha promovido tanto la conservación correctiva como la preventiva, "las cuales prevalecen sobre otras acciones que, desapegadas de consideraciones como la mínima intervención también entendida como economía de medios, autenticidad e integridad, demanden mayores esfuerzos" (Pesantez Arguello & Aguirre Ullauri, 2022, p. 128). Este enfoque se fundamenta en el análisis de los procesos de deterioro y la implementación de medidas para prevenirlos o retardarlos.

Su objetivo principal consiste en anticiparse al daño, en lugar de intervenir una vez que este ya ha ocurrido. Puesto que, "intervenir sobre el medio para evitar el deterioro requiere conocer el efecto que éste tiene sobre los materiales de los bienes culturales" (Cano Díaz et al., 2023, p. 159). Este enfoque resulta particularmente relevante para objetos arqueológicos, históricos y artísticos, especialmente en objetos de alta fragilidad material o relevancia histórica, cuya vulnerabilidad requiere atención prioritaria.

La conservación preventiva puede implicar diversas estrategias y técnicas, incluyendo el control del clima, la gestión de plagas, la protección contra desastres, la manipulación adecuada, el almacenamiento seguro, la capacitación del personal. Estas prácticas permiten "definir las necesidades más urgentes sobre las que actuar, así como las acciones necesarias para minimizar los riesgos identificados" (Bestué Cardiel et al., 2022, p. 652). Es decir, se trata de una práctica integral que busca actuar antes del daño y no después.

Además de ser más rentable que las intervenciones restaurativas, permite preservar la integridad original del objeto. Evita procedimientos invasivos y garantiza una gestión sostenible de los recursos, "así pues, queda de manifiesto la importancia que adquiere el desarrollo de métodos de mantenimiento planificado, una estrategia esencial para prevenir acontecimientos catastróficos y garantizar la conservación del patrimonio material" (Canivell et al., 2020, p. 45).

En el ámbito del patrimonio cultural universitario, esta disciplina permite no solo conservar acervos de valor histórico o artístico, sino también integrarlos en una lógica de buenas prácticas que consideran tanto los riesgos físicos como los factores antrópicos. El análisis detallado de amenazas, vulnerabilidades y condiciones ambientales ofrece insumos clave para el diseño de embalajes con estructura de soporte, adaptados a las necesidades reales de cada objeto o colección.

Figura 6
Conservación preventiva de acervo arqueológico en el museo universitario de Malinalco



Se realizan labores de conservación preventiva en piezas arqueológicas expuestas en el Museo Universitario Dr. Luis Mario Schneider, situado en Malinalco, Estado de México. Este proceso busca minimizar el deterioro y proteger la integridad de los objetos, asegurando su preservación a largo plazo y resaltando la importancia del cuidado y manejo adecuado del patrimonio cultural. / Fotografía, María Luz González. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en el Museo Universitario "Dr. Luis Mario Schneider", UAEMéx. Malinalco, México.

Un componente esencial de esta estrategia es la integración de la comunidad universitaria, generando conocimiento colectivo y conciencia sobre conservar el patrimonio institucional. Un ejemplo de este enfoque es el proyecto MIPAC-CM "está enfocado a la conservación preventiva del patrimonio cultural, tanto desde una perspectiva científica y tecnológica como social" (Cano Díaz et al., 2023, p. 159), es decir, se utilizó la ciencia, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para involucrar al público en la conservación de las colecciones de museos. Esta práctica además de recopilar datos importantes de las condiciones también fomentó el compromiso de la sociedad con su patrimonio. La participación de la comunidad en estos procesos enriquece el conocimiento técnico y fortalece el sentido de

pertenencia hacia el patrimonio. Este enfoque colaborativo facilita el uso de los datos para el planteamiento, diseño, ejecución, evaluación y mejora de embalajes individualizados. A su vez, garantiza que los métodos aplicados sean sostenibles y adecuados a las condiciones específicas de conservación, promoviendo una cultura de cuidado del patrimonio entre las generaciones presentes y futuras.

Tanto en museos como en colecciones institucionales, la conservación preventiva requiere proyectos que favorezcan su aplicación efectiva. Es recomendable utilizar software de libre acceso y fomentar la colaboración con otras disciplinas como el diseño, el arte, la historia, la museología y la museografía. Asimismo, debe aprovecharse el potencial de los espacios académicos, centros de investigación, universidades e instituciones culturales para fortalecer estos procesos. En ocasiones, el diseño de embalaje con estructura de soporte implica la construcción o adecuación de espacios destinados al análisis, conservación, resguardo y exhibición del acervo. Un aspecto primordial es establecer un lenguaje común entre los profesionales involucrados, "el tema Patrimonial hoy en día se concibe como interdisciplinar o transdisciplinar, es por ello por lo que se hace necesario que todos los profesionales que trabajan en estos temas dominen [...] la terminología de las distintas disciplinas involucradas" (Ontiveros Ortega, 2000, p. 150). El uso compartido de un lenguaje preciso permite evitar malentendidos y facilita la colaboración eficaz.

En síntesis, la conservación preventiva es esencial para asegurar que los objetos patrimoniales sean preservados para las generaciones futuras. Al anticipar el daño, se garantiza que el acervo siga transmitiendo información y valor cultural a lo largo del tiempo. En este sentido, el presente proyecto de investigación se inscribe dentro de este marco, al proponer el diseño de embalajes individualizados con estructura de soporte para acervos universitarios. Esta estrategia facilita su manejo, resguardo, traslado y exhibición, y constituye una propuesta integral para fortalecer la conservación preventiva en contextos universitarios, alineada con principios de sostenibilidad, gestión de riesgo y participación colectiva.

1.5 Integración del Diseño y la Tecnología en la Conservación Preventiva del Patrimonio Cultural

Los bienes culturales comprenden elementos con valor histórico, artístico y social, tales como monumentos, edificios, sitios arqueológicos, objetos artísticos y documentos históricos. Estos bienes poseen un significado simbólico fundamental, ya que contribuyen a la construcción de nuestra memoria histórica y social, en palabras de Jaramillo (2020), "Los símbolos también son lenguaje, a pesar de ser símbolos abstractos; pero en el momento de una interpretación, más que símbolos, necesitamos palabras, relaciones" (p. 314), entonces, los bienes culturales sirven como relación entre el desarrollo de las culturas antiguas y nuestro entorno, por consiguiente la importancia de conservar el mayor tiempo posible y en óptimo estado una colección.

Por ello, el cuidado del patrimonio implica su identificación, clasificación, protección, gestión, difusión y estudio, así como la atención de las necesidades que surjan conforme a las circunstancias específicas, estas acciones van encaminadas a lograr su permanencia. Vale la pena decir que, el trabajo transdisciplinario es un asunto que debe considerarse ya que este sustenta y suma los distintos puntos de vista de cada una de las especialidades involucradas. La pieza que amalgama este proceso de conservación es la parte social —entiéndase como sociedad, comunidad, localidad o región— puesto que son los mismos que deben revalorar la importancia de su patrimonio. En palabras de Rosado (2019) que manifiesta,

> Las estrategias para lograr su conservación han de planearse necesariamente de manera interdisciplinaria y con el apoyo de las diversas instituciones que tienen incidencia en las políticas y prácticas reguladoras, en donde la participación social se considera fundamental para conseguir la valoración y el manejo apropiado de todos sus recursos. (p, 10)

Al respecto, la relación interdisciplinar entre la conservación preventiva y el diseño se da en el contexto de la preservación y protección de objetos culturales, patrimonio histórico, objetos de arte y elementos de valor cultural. Esta colaboración incluye a conservadores, restauradores, arquitectos, diseñadores industriales y museógrafos, quienes integran conocimientos técnicos y culturales orientados a la protección del patrimonio.

Es así que el diseño —entendido como proceso— tiene similitudes con la práctica de la conservación. Ambas inician con la identificación de una necesidad o problema; posteriormente se realiza la investigación y análisis; en seguida se plantean posibles soluciones y se selecciona la que resuelva con mayor efectividad el problema y se programa la secuencia para su aplicación; continúa el proceso de desarrollo, en esta fase se fabrica el objeto o implementa la estrategia—para el caso del diseño— o aplica el tratamiento —para el caso de la conservación—; cerca de la fase final se evalúa el desarrollo, aquí es donde con base en indicadores, podemos mejorar, sustituir, eliminar o agregar elementos al diseño; por ende, es indispensable documentar y divulgar, ya que para los dos casos, tanto el proceso de diseño, como la práctica de conservación, los datos recabados nos permitirán en el futuro continuar evaluando, implementar mejoras y mantener una mejora continua. En este contexto, el diseño se articula como un método proyectual que permite planificar soluciones específicas para necesidades de conservación concretas, cuyo objetivo "es controlar los riesgos pero actuando en el origen de los problemas y no solo en el efecto que producen, en los bienes culturales, determinados factores del medio o un uso cultural inadecuado" (Herráez et al., 2019, p. 14).

Si bien ya se estableció, que el diseño es un proceso, cabe añadir que el diseño también puede ser un producto resultado de este proceso, como tal, en este proyecto de investigación se tomará como estudio de caso, el diseño de embalaje de acervo de Museos Universitarios, desde ambos ángulos, es decir, como proceso y como producto final. Ya que, para su producción, se partirá de un proceso de diseño, contemplando las necesidades y requerimientos desde la disciplina de la conservación, concluyendo en la producción de un objeto que contenga, bienes culturales, cumpliendo con las características que posibiliten el almacenaje, manejo, traslado y exhibición. Así lo menciona Di Bella (2022),

> Resulta sustancial adentrarse en las problemáticas específicas que emergen de la interacción de los distintos elementos que intervienen en los procesos de diseño y realización de una exposición, desde la gestión y preservación de las obras y los objetos, hasta la consideración del aspecto más escenográfico de la creación museográfica (p. 19).

Para garantizar la protección del acervo, se consideran diversos principios de diseño. La ergonomía es fundamental, ya que el diseño debe tener en consideración la facilidad y comodidad en la manipulación y manejo de los objetos, en el supuesto de poder desarrollar un sistema de almacenamiento, este debe ser accesible, evitando esfuerzos innecesarios y minimizando el riesgo de daños. El siguiente concepto es la estabilidad ya que el diseño debe proporcionarla además de caracterizarse por la resistencia para proteger los objetos contra posibles movimientos o caídas, el diseño debe asegurar estabilidad estructural mediante materiales capaces de absorber impactos y resistir vibraciones o deslizamientos que puedan dañar el acervo. Por otra parte, la materialidad, es así como se deben considerar materiales apropiados que no sean dañinos para los objetos, que sean duraderos, tanto los materiales de construcción —externos—, como de embalaje —internos— deben ser libres de ácidos, no corrosivos y de un pH neutro, para evitar la degradación. Además, un factor importante es el control ambiental, el diseño debe considerar el control de las variaciones ambientales como la temperatura, humedad, luz y contaminantes, se deben implementar sistemas de monitoreo además de regulación ambiental para crear condiciones estables para favorecer a la conservación. Para finalizar esta serie de principios se debe considerar a la flexibilidad, puesto que dentro del diseño esta permitirá adaptar posibles modificaciones en un futuro.

El proceso de diseño de embalaje debe considerar elementos como la selección de materiales, dimensiones, amortiguamiento, sujeción, protección ambiental y etiquetado. Estas decisiones varían según las características específicas del objeto o colección. Todas las medidas de conservación preventiva deben integrarse con criterios de seguridad, contemplando no solo riesgos físicos o ambientales, sino también aquellos asociados a mal manejo, montaje inapropiado, robo o pérdida.

En los procesos de conservación preventiva, se reconoce que "la tecnología al igual que otros recursos organizacionales, requiere de una adecuada gestión, [...] con el fin último de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas para la obtención o mejora de los productos, procesos y servicios" (Tejada Estrada et al., 2019, p. 8). Un ejemplo es el uso de sistemas de gestión de información, que permiten documentar detalladamente el historial de conservación, las condiciones ambientales y las evaluaciones de riesgo. El diseño de estos sistemas debe asegurar un acceso rápido, seguro y remoto a la información.

Otro punto de análisis es el monitoreo ambiental avanzado, pues la tecnología proporciona sensores y dispositivos especializados para el monitoreo continuo de las condiciones ambientales en espacios de almacenamiento y exhibición. Estos sistemas permiten medir y registrar parámetros críticos como temperatura, humedad, luz y contaminantes. El diseño de estas soluciones tecnológicas garantiza la precisión de las mediciones, la fiabilidad de los sensores y la capacidad de generar alertas en caso de desviaciones no deseadas. Así mismo, el desarrollo de tecnologías de imagen, ofrecen herramientas avanzadas de análisis que pueden ayudar en la detección temprana de daños o cambios en los objetos. Estos pueden utilizar cá-

maras de alta resolución o térmicas para capturar imágenes detalladas que permitan el análisis de micro fisuras, decoloración o cambios estructurales. Tecnologías más avanzadas pueden utilizar algoritmos y técnicas de procesamiento de imágenes para identificar patrones o anomalías que puedan indicar problemas potenciales.

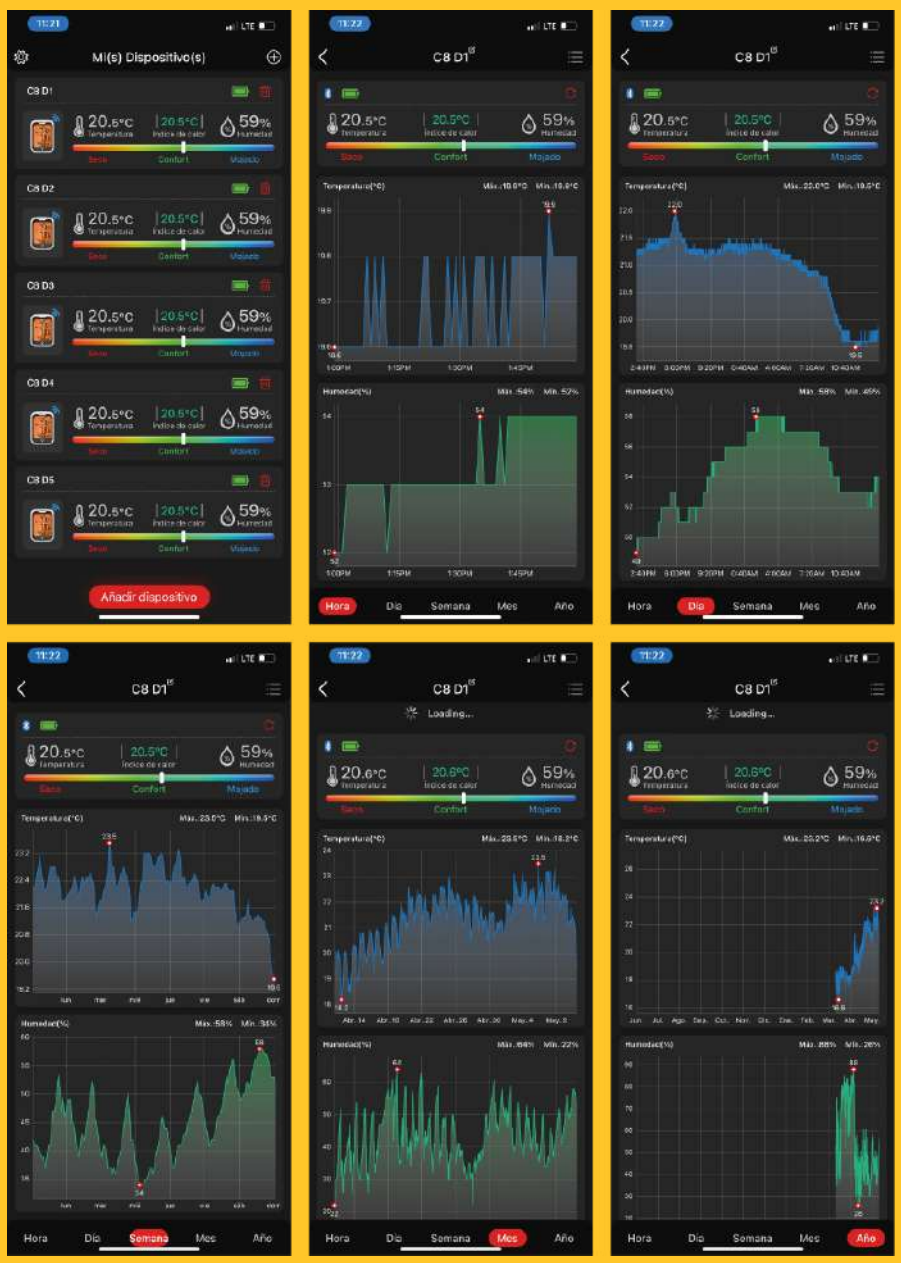
Figura 7
Análisis tecnológico en la conservación de murales históricos



Integrantes del Departamento de Restauración y Conservación de la UAEMéx emplean tecnología digital para registrar y diagnosticar el estado de conservación del mural Canto General de México. Esta actividad forma parte de una estrategia de conservación preventiva, que articula herramientas tecnológicas con metodologías interdisciplinarias para garantizar la preservación del patrimonio a largo plazo. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Plantel "Lic. Adolfo López Mateos" de la Escuela Preparatoria No 1.

Figura 8

Visualización y almacenamiento de datos ambientales en sistema de monitoreo digital



La imagen muestra la interfaz de una aplicación móvil diseñada para concentrar las lecturas de múltiples termo-higrómetros distribuidos en diferentes áreas de almacenamiento o exhibición. En la primera pantalla se observa el listado general de dispositivos conectados vía Bluetooth. Las cinco pantallas siguientes permiten visualizar los registros de temperatura y humedad relativa con distintos niveles de resolución temporal: por hora, día, semana, mes y año. El sistema permite almacenar hasta dos años de información continua, lo cual facilita el seguimiento de condiciones ambientales y la toma de decisiones informadas para la conservación preventiva del acervo. / © Alan Gómez.

De igual manera, la tecnología permite el diseño y la simulación de condiciones ambientales, sistemas de almacenamiento y exhibición antes de su implementación física. Se pueden utilizar herramientas de modelado en 3D para evaluar la eficacia de diferentes diseños de exhibición o de sistemas de almacenamiento en términos de flujo de aire, distribución de luz, control de humedad, entre otros aspectos. Esto facilita la toma de decisiones basadas en evidencia y reduce los riesgos asociados con implementaciones físicas erróneas. Además, el escaneo 3D, permite hacer levantamientos en piezas con un grado de deterioro significativo, permitiendo modelar de manera digital los faltantes, que posteriormente podrán ser producidos con mayor precisión, con esto minimizar los tiempos de intervención. En este sentido "los modelos 3D de alta definición, creados a partir de las obras originales, han permitido obtener reproducciones de partes dañadas mediante impresión 3D [...] elaborando moldes impresos a partir de los cuales se han positivado en el material deseado" (Hernández-Muñoz et al., 2023, p. 54).

En suma, la conservación preventiva se presenta como una acción esencial para la protección del patrimonio cultural. El diseño aporta metodologías y soluciones prácticas, mientras que la tecnología ofrece herramientas de análisis, documentación y simulación que fortalecen la efectividad de estas estrategias. Reconocer la importancia de la conservación preventiva como un proceso continuo y colaborativo, donde confluyen diversas disciplinas, es clave para garantizar la permanencia del patrimonio cultural universitario y su transmisión a las generaciones futuras.

1.6 Evolución Histórica del Diseño y su Relevancia Actual en la Conservación Preventiva del Patrimonio

El diseño se origina de una necesidad, si hacemos un recuento breve, desde la prehistoria, la humanidad ha desarrollado herramientas para facilitar actividades cotidianas —una práctica que continúa hasta nuestros días— lo que favorece al desarrollo de la ciencia y la tecnología, su complejidad depende de cada época, es así como emerge la metalurgia, la imprenta, la máquina de vapor, la electricidad, posteriormente la electrónica, más adelante surge la informática, la programación CAD, el modelado en 3D y en la actualidad el uso de la inteligencia artificial AI. Todas estas innovaciones están ligadas a resolver una necesidad siendo estás cada vez más sofisticadas. Como lo dice De Salvo (2019) el diseño identifica su misión "pasando de su estrecha conexión inicial con el mundo de la industria y los procesos de producción a nuevas expresiones del producto determinadas por los cambios en la cultura y las necesidades del consumidor" (p, 80).

Tanto los avances tecnológicos como el diseño se construyen de manera conjunta, es decir, cada etapa con sus descubrimientos, invenciones y nuevas exigencias, ha ido configurando no solo nuevas herramientas, sino también nuevas maneras de pensar y hacer, esta evo-

lución ha influido directamente en la transformación de los perfiles profesionales del diseño, en la creación de métodos transdisciplinarios de trabajo y en la generación de soluciones más eficientes y sostenibles para los problemas contemporáneos. Un ejemplo es el conocido caso de la invención de la cámara fotográfica, el cual suponía que sustituiría a los pintores, pero en vez de sustituirlos, se desarrolló el concepto de pintura alejado de la necesidad de reproducir miméticamente la realidad, fomentando así la etapa de los ismos en la pintura; otro suceso se da cuando las máquinas de inyección de tinta en conjunto con la computadora predecían la desaparición del oficio del diseñador gráfico, pero contrario a esto las posibilidades, tiempos de producción y competitividad en costos, permiten que el diseñador se ocupe más del proceso de diseño y a su vez surgen nuevas vertientes del diseño, como lo dice Marín (2013) "los esfuerzos de los diseñadores por adaptarse a estas nuevas circunstancias les han permitido convertirse en referentes para otras disciplinas" (p. 72). Lo anterior ha propiciado la especialización profesional, el desarrollo de nuevas metodologías y el fortalecimiento del trabajo transdisciplinario, la creación de nuevos modelos de operación y el surgimiento del trabajo entre disciplinas no necesariamente afines. El diseño se redefine como una práctica estratégica que articula conocimientos técnicos, científicos y culturales. El uso de tecnologías digitales, como el modelado en 3D, el escaneo láser, los sistemas de prototipado rápido y las plataformas colaborativas en línea, han facilitado el trabajo conjunto entre disciplinas tradicionalmente separadas, como la conservación-restauración, la ingeniería, la arquitectura o la museología. Esta convergencia ha derivado en nuevas formas de gestión del conocimiento, comunicación de resultados, evaluación de riesgos y planificación preventiva.

Además, la tecnología ha permitido que muchas tareas que antes eran manuales o artesanales se automaticen o sistematicen, favoreciendo una mayor precisión técnica, eficiencia en el uso de recursos y una documentación sistemática del proceso. Esto ha dado lugar a la consolidación de equipos multidisciplinarios capaces de operar con una mirada amplia sobre el patrimonio cultural, respetando sus particularidades y proponiendo soluciones adaptadas a cada contexto.

El diseño de embalaje y la conservación preventiva son aspectos fundamentales en la protección y preservación de objetos culturales, históricos artísticos y colecciones. En la actualidad los temas de arte y museos se encuentran inmersos en nuestro mundo tan diverso y dinámico, es por ello que el embalaje cumple un papel fundamental en la conservación de colecciones durante el rescate, intervención, almacenaje, traslado y exhibición. De igual manera la conservación preventiva se enfoca en prolongar la integridad y estado de los objetos, minimizando el riesgo causado por las condiciones climáticas, el manejo humano o fenómenos naturales del entorno. El vínculo de ambas disciplinas es fundamental para asegurar la permanencia de los objetos y las colecciones.

En este apartado se presenta una panorámica histórica y conceptual sobre el embalaje y la conservación, contextualizando su relevancia en el desarrollo de este proyecto. Además, se seleccionan casos específicos y estudios previos relacionados al tema, por ende, facilitan el desarrollo de este proyecto de investigación.

En el ámbito general estos conceptos han existido desde la antigüedad, dado que el conjunto se remonta a la necesidad de almacenar, proteger y transportar la materia prima

dentro de diversos contenedores; en Egipto y Mesopotamia se utilizan recipientes de arcilla para transportar y almacenar alimentos y productos que se comerciaban. Entre los griegos y los romanos se usan recipientes de cerámica y ánforas para transportar líquidos como aceite y vino. En la edad media se emplean barriles de madera para almacenar vino y cofres de metal para transportar artículos valiosos. Posteriormente en la época de la revolución industrial se producen avances tecnológicos que facilitan y sistematizan la fabricación de materiales de embalaje como las cajas de cartón. En el siglo XX con el desarrollo del comercio y la globalización, se producen innovaciones en el diseño y se desarrollan nuevos materiales de embalaje, se crea el plástico y tecnología que soluciona nuevas necesidades de protección y embalaje además facilita el transporte y almacenaje de productos.

De manera similar sucede en el entorno de la cultura y el arte,—entendiendo que hasta antes de la implementación del concepto restauración estilística insertada por el arquitecto francés Viollet-le-Duc, se hicieron reparaciones mas no restauraciones— en el Antiguo Egipto se encuentra la preocupación por preservar y proteger los objetos, ofrendas y cuerpos de los gobernantes; en la antigua Grecia y Roma hay indicios de la intervención de esculturas y edificios, como es el caso del Partenón; en la Edad Media comúnmente se actúa en manuscritos y libros antiguos, incluyendo la reparación de páginas dañadas y encuadernaciones existentes dentro de monasterios y bibliotecas; en el Renacimiento el esfuerzo de recuperación se da en frescos y pinturas dentro de iglesias y palacios; en el siglo XIX la creación de sociedades dedicadas a la conservación del patrimonio, la formación de los gabinetes de curiosidades y el surgimiento del concepto de museo, dan inicio a plantearse de manera teórica como intervenir un objeto antiguo.

Estas prácticas históricas reflejan una preocupación constante por la protección y preservación de los objetos culturales, que ha evolucionado junto con el desarrollo de tecnologías y disciplinas afines. En este contexto, el diseño contemporáneo de embalajes individualizados se consolida como una herramienta estratégica que responde a los desafíos actuales de la conservación preventiva, integrando conocimientos técnicos, estéticos y funcionales para salvaguardar el patrimonio cultural universitario.

1.7 La Importancia del Proceso Metodológico en el Diseño de Embalajes para la Conservación del Patrimonio

En el ámbito del diseño y la conservación, la implementación de un proceso sólido es fundamental en cualquier proyecto de investigación, especialmente en aquellos orientados a innovar en áreas especializadas como el diseño de embalajes para el acervo de museos universitarios. Este tipo de proyectos requiere no solo precisión técnica, sino también una comprensión profunda de las necesidades particulares del patrimonio cultural que se busca preservar. Por esta razón, el proceso no se reduce a un conjunto de pasos a seguir, sino que constituye

un marco crítico que orienta toda la investigación, asegurando que cada decisión y acción contribuya efectivamente al logro de los objetivos establecidos.

Un proceso bien estructurado ofrece múltiples ventajas esenciales para la realización adecuada de este tipo de proyectos. En primer lugar, proporciona un sistema organizado que permite anticipar posibles retos y seleccionar soluciones eficaces. Esto es particularmente relevante en proyectos que incorporan tecnologías emergentes en el campo de la conservación. En este contexto, el conjunto de acciones que involucra el escaneo, modelado e impresión 3D será referido en este estudio como proceso de digitalización para la conservación. Dicho proceso implica desafíos técnicos complejos y soluciones que no siempre son evidentes. Además, la definición clara del proceso metodológico facilita la coordinación entre los distintos especialistas involucrados —como conservadores, diseñadores, museólogos, museógrafos, entre otros actores clave—, garantizando una dirección común orientada a alcanzar los objetivos planteados y desarrollar estándares técnicos pertinentes, "el escaneo 3D puede utilizarse para crear un modelo digital detallado de un artefacto o monumento que haya sido dañado, [...] este modelo puede emplearse para recrear las partes faltantes o dañadas del objeto utilizando impresión 3D" (Kantaros et al., 2023, p. 8, traducción propia).

En términos prácticos, el proceso establece los criterios para la selección de materiales, técnicas y procedimientos que se utilizarán en el diseño de los embalajes. Esto incluye la evaluación de la durabilidad de los materiales, su capacidad para amortiguar impactos y su compatibilidad con las condiciones ambientales requeridas por el acervo. En este sentido, la selección adecuada de materiales —entre la diversidad de opciones disponibles en el mercado— debe basarse en un análisis metodológico que considere tanto las necesidades de protección del objeto como los principios de sostenibilidad ambiental.

Asimismo, un proceso riguroso es indispensable para la evaluación y validación de los resultados obtenidos. En el marco de este proyecto, resulta crucial establecer parámetros claros y objetivos para las pruebas de desempeño de los embalajes diseñados. Esto incluye definir cómo se medirá su eficiencia en términos de protección física y estabilidad química, así como los métodos para simular las condiciones reales a las que estarán expuestos durante su almacenamiento, manejo, traslado y exhibición. Estos ensayos resultan esenciales para demostrar que los embalajes cumplen con los requisitos técnicos y las expectativas planteadas. Es por ello que, "los datos de nubes de puntos o mallas obtenidos mediante escaneo 3D se convierten en un modelo 3D detallado para ser impreso, lo cual facilita restauraciones compatibles que conservan la integridad histórica de las estructuras" (Jesus et al., 2025, p. 2, traducción propia).

Cabe destacar que un proceso sólido no solo contribuye al cumplimiento de los objetivos inmediatos del proyecto, sino que también enriquece el desarrollo del campo de la conservación. Al documentar detalladamente los métodos y procedimientos empleados, este estudio ofrece una base valiosa para futuras investigaciones y desarrollos relacionados con el uso de tecnologías 3D en la conservación patrimonial. Esto reviste particular importancia en un ámbito en constante evolución, donde cada nuevo estudio puede aportar significativamente al conocimiento existente.

En suma, el proceso no constituye únicamente un componente más del proyecto, sino que representa la estructura organizativa sobre la cual se construye toda la investigación. Un

proceso claramente definido asegura que el diseño de embalajes para el acervo de museos universitarios no solo sea innovador y eficaz, sino también reproducible, evaluable y sostenible a largo plazo. Además, esta metodología puede ser replicada y adaptada en otras instituciones que enfrenten desafíos similares en la conservación de su patrimonio cultural.

1.8 Estrategia de Manejo y Conservación en el Diseño de Embalaje para el Patrimonio Universitario

El desarrollo de una estrategia de manejo y conservación en el diseño de embalaje para el patrimonio universitario representa un proceso integral que requiere un enfoque metodológico riguroso y adaptativo —es decir, flexible ante las condiciones particulares de cada objeto—. Este proceso no solo responde a la necesidad de proteger los objetos culturales que componen el acervo de la universidad, sino que también busca preservar su integridad física y simbólica a largo plazo. El diseño de embalaje para estos fines implica una planificación detallada que abarca desde la evaluación de las condiciones actuales de las piezas hasta la implementación de soluciones que faciliten su almacenamiento, manejo, traslado y exhibición.

La primera fase en la creación de una estrategia efectiva radica en el análisis minucioso de las características de los objetos. Este análisis permite identificar aspectos clave como fragilidad del material, dimensiones físicas, peso y composición técnico-estructural. A partir de este diagnóstico, se seleccionan los materiales más adecuados para la fabricación del embalaje. Es fundamental que estos materiales no solo sean duraderos y resistentes, sino también químicamente neutros y físicamente estables, a fin de evitar reacciones que comprometan la integridad del objeto. En este sentido, se prioriza el uso de materiales con propiedades como el pH neutro, capacidad de amortiguamiento y resistencia a la humedad, es decir, "es necesario establecer un acondicionamiento tanto de los materiales constructivos del embalaje antes de fabricarlo, como de todo el sistema" (Sánchez Fernández & Prado-Campos, 2019, p. 10)

El diseño de embalaje debe incorporar un enfoque ergonómico que facilite la manipulación segura y cómoda de los objetos. Se debe garantizar que las piezas puedan ser trasladadas con el mínimo riesgo de daño, mediante sistemas de sujeción que eviten movimientos indeseados y brinden protección contra impactos y vibraciones. Asimismo, es imprescindible que el embalaje posea una estructura estable capaz de soportar las condiciones ambientales y las exigencias del transporte sin comprometer la integridad de los objetos.

Otro componente esencial de esta estrategia es la implementación de medidas de conservación preventiva que complementen el diseño del embalaje. Esto incluye el control ambiental en los espacios de almacenamiento y exhibición, asegurando que factores como la temperatura, la humedad, la iluminación y la presencia de contaminantes se mantengan bajo constante monitoreo y regulación. La integración de tecnologías avanzadas, como sensores de monitoreo ambiental y sistemas de alerta, se ha consolidado como una práctica habitual para garantizar condiciones óptimas de conservación.

Figura 9

Diseño de prototipo para embalaje de protección del patrimonio universitario



Se desarrolla el prototipo de un embalaje especializado para proteger objetos frágiles del acervo universitario. Este proceso forma parte de una estrategia de manejo y conservación, garantiza la seguridad y estabilidad de las piezas durante su almacenamiento y traslado, promoviendo su conservación a largo plazo. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

El diseño de embalaje debe estar alineado con un plan de gestión integral que documente cada etapa del proceso, desde la selección de materiales hasta la evaluación del desempeño en condiciones reales. Este registro es fundamental no solo para garantizar la trazabilidad y la mejora continua, sino también para fomentar el intercambio de conocimientos y buenas prácticas entre instituciones y profesionales del ámbito de la conservación. La colaboración interdisciplinaria entre conservadores, diseñadores, museógrafos y otros especialistas es clave para desarrollar soluciones efectivas y sostenibles.

Una estrategia de manejo y conservación debe incorporar un componente educativo que involucre a la comunidad universitaria en la importancia de preservar el patrimonio cultural. La sensibilización y capacitación en buenas prácticas de manipulación y almacenamiento contribuyen significativamente a la protección de los acervos. En resumen, un enfoque integrado que combine diseño, tecnología y participación activa de la comunidad universitaria garantiza que el embalaje no solo cumpla con su función protectora, sino que también promueva una cultura de conservación responsable dentro del entorno universitario. Esta estrategia se complementa en la siguiente fase del proyecto, orientada al desarrollo de soluciones de embalaje individualizadas que optimicen la conservación integral del acervo.

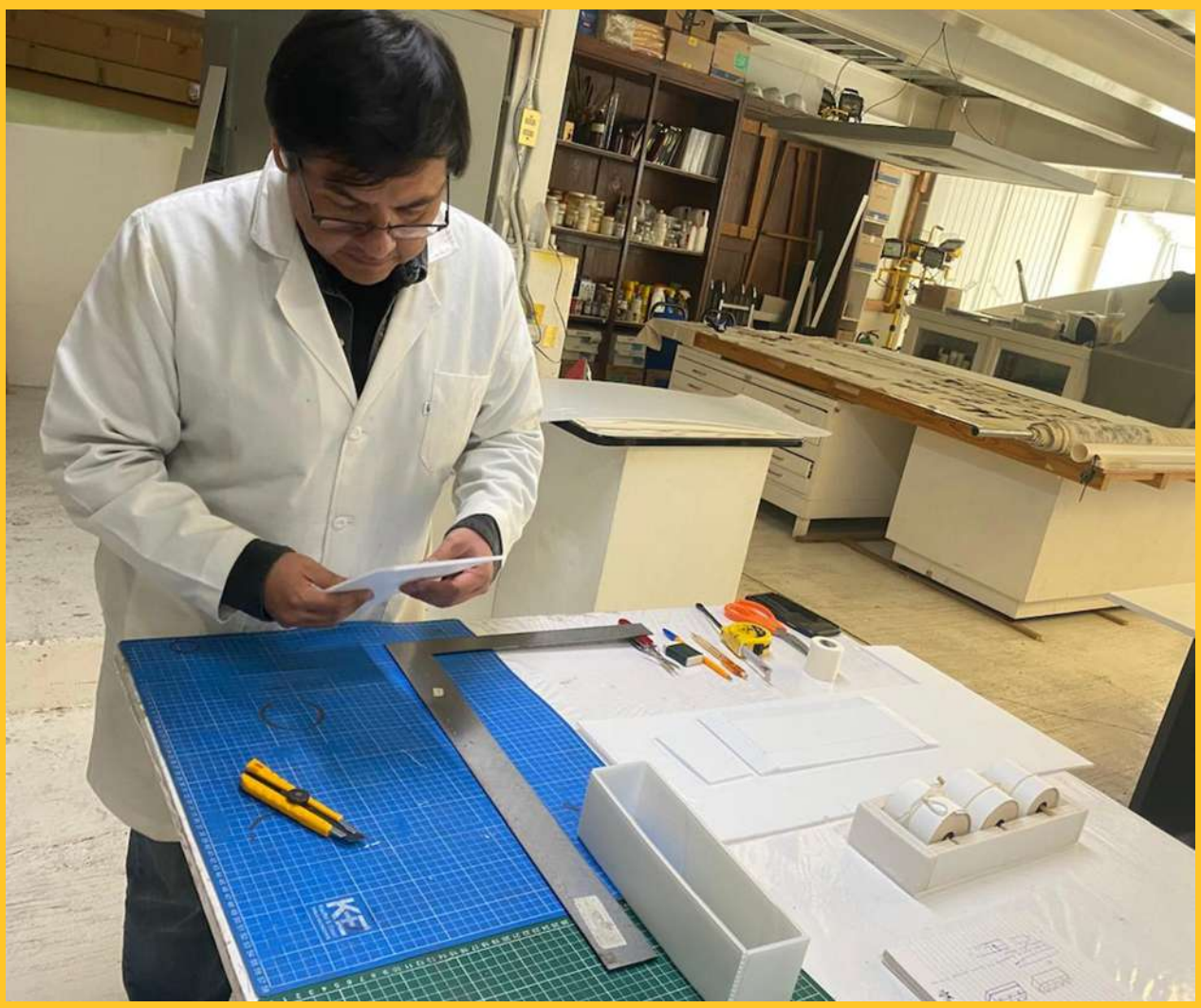
1.9 Diseño de Embalaje Individualizado para la Conservación del Patrimonio Universitario

Este proyecto se propone aprovechar la precisión del escaneo 3D para desarrollar soluciones de embalaje adaptadas a las formas únicas y complejas de cada objeto del acervo. Esta individualización no solo mejora la protección física de los objetos, sino que también optimiza el aprovechamiento de los recursos materiales y del espacio de almacenamiento, aspectos cruciales en la gestión de colecciones en los museos universitarios.

Evaluación de Materiales y Tecnologías Sostenibles. El proceso también guía la selección de materiales y tecnologías empleadas en la fabricación de los embalajes. Se prioriza la investigación y el uso de materiales que no solo sean efectivos en términos de protección y durabilidad, sino que también sean ambiental y económicamente sostenibles. Esto incluye evaluar el impacto de los materiales utilizados y su capacidad para ser reciclados o reutilizados, en línea con las prácticas de sostenibilidad que son cada vez más importantes en el sector cultural.

Validación y Pruebas Rigurosas. Otro propósito esencial del proceso es establecer un marco riguroso para la validación de los embalajes diseñados. Esto exige la implementación de pruebas de resistencia mecánica, estabilidad ambiental y compatibilidad físico-química con los materiales del acervo. Estas pruebas ayudan a identificar posibles fallos o áreas de mejora en los diseños, asegurando que los embalajes cumplan con los más altos estándares de protección antes de ser implementados de manera más amplia.

Figura 10
Fabricación del sistema de embalaje para pieza de arte contemporáneo



Vista del área de trabajo durante la fabricación del sistema de embalaje individualizado para una pieza de arte contemporáneo. Sobre la mesa se observan los instrumentos de trabajo, el boceto del plan de embalaje, la caja tipo *master* destinada a contener el conjunto completo, elementos adicionales y un prototipo previo utilizado como referencia para el desarrollo final. / Fotografía, María Luz González. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Documentación y Transmisión de Conocimientos. Finalmente, el proceso empleado en este proyecto tiene el propósito de asegurar una documentación detallada de todos los procesos y resultados. Esto no solo facilita la evaluación interna y la mejora continua del proyecto, sino que también contribuye a la comunidad académica y profesional a compartir procesos, técnicas y resultados, el proyecto ayuda a establecer estándares y mejores prácticas en el diseño de embalajes, beneficiando a los museos universitarios y a otras instituciones que puedan enfrentar desafíos similares.

El proceso en el diseño de embalaje para el acervo de museos universitarios se orienta a lograr un equilibrio entre innovación tecnológica y responsabilidad cultural y ambiental. Al hacerlo, no solo responde a las necesidades inmediatas de protección del patrimonio, sino que también establece un modelo de práctica que puede ser adoptado y adaptado por otros en el campo de los museos universitarios. Este proceso no solo constituye una estrategia técnica, sino también un compromiso ético e institucional con la preservación del patrimonio cultural universitario.

Descripción General del Proyecto. El proyecto de diseño de embalajes para el acervo de museos universitarios constituye una iniciativa precursora que busca abordar, de forma innovadora, los desafíos asociados a la conservación y manejo de objetos patrimoniales. Mediante la aplicación de tecnologías avanzadas de digitalización, no solo se pretende mejorar las prácticas de embalaje existentes, sino también integrar criterios de sostenibilidad e individualización adaptados a las necesidades específicas de los museos universitarios.

Este enfoque se orienta a desarrollar soluciones de embalaje que brinden una protección eficaz a los objetos históricos y artísticos durante su manejo, almacenamiento y exhibición, contribuyendo así a preservar su valor cultural, artístico e histórico. Los museos universitarios, como custodios de colecciones diversas y patrimonialmente significativas, enfrentan retos importantes, tales como limitaciones de espacio, restricciones presupuestarias y la exigencia de cumplir con estándares de conservación que garanticen la integridad física y estética de sus acervos.

Tradicionalmente, las soluciones de embalaje han sido genéricas y poco adaptables a las particularidades de cada pieza. En este contexto, el presente proyecto se enfoca en el diseño de embalajes individualizados para objetos patrimoniales que, por su morfología, fragilidad o condiciones específicas de conservación, presentan desafíos para su resguardo, exhibición o transporte. Lejos de plantearse como una solución universal, esta propuesta se dirige a atender casos complejos dentro del acervo universitario, optimizando el uso de materiales y adecuando cada sistema de embalaje a las características puntuales de dichas piezas. La tecnología, en este sentido, se posiciona como un eje estratégico para lograr una conservación más eficiente, sostenible y contextualizada.

2 Desarrollo Metodológico del Proyecto Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D



Los resultados obtenidos fueron sistematizados y analizados para identificar patrones, necesidades y criterios técnicos prioritarios, los cuales nutrieron directamente el diseño metodológico y la definición de requerimientos funcionales para el prototipo de embalaje.

PÁGINA ANTERIOR:
Calibración de estructura auxiliar para pieza patrimonial

Preparación de estructura auxiliar para el escaneo 3D de una pieza patrimonial, paso previo al diseño de embalaje individualizado, en concordancia con políticas y lineamientos internacionales, nacionales e institucionales de conservación. / © Alan Gómez.

2 Desarrollo Metodológico del Proyecto Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D

2.1 Contexto del Problema y Origen del Enfoque Metodológico

El punto de partida de esta investigación surge de la observación directa del estado de conservación del acervo universitario, particularmente en el Museo Universitario Leopoldo Flores (MULF-UAEMéx), donde se identificaron piezas que carecen de protección adecuada durante su almacenamiento y manipulación. Entre estos objetos destaca un boceto del mural el hombre universal, dibujado sobre el interior de media pelota de vinil, cuya forma flexible y condición estructural evidencian la necesidad de un embalaje específico que impida su deformación y asegure su conservación y exhibición.

La motivación para abordar esta problemática fue tanto empírica como profesional. A partir del contacto directo con los acervos, se evidenció que muchas piezas son almacenadas sin estructuras de soporte o materiales que mitiguen los efectos de la humedad, el polvo, los impactos físicos o la exposición ambiental. Esta situación reveló una carencia sistemática de soluciones específicas de embalaje en contextos museísticos universitarios, especialmente para objetos con formas irregulares, materiales frágiles o características singulares.

A partir de este hallazgo inicial, se delineó un proceso metodológico articulado en fases, que incluye diagnóstico, experimentación y validación, y cuya estructura s e presenta a lo largo del capítulo. El objetivo general fue diseñar una ruta replicable para el desarrollo de embalajes individualizados que integraran herramientas tecnológicas como el escaneo tridimensional, el modelado digital y la impresión 3D, respetando los principios fundamentales de la conservación preventiva.

Figura 11

Conjunto de piedras de río pintadas por El Mtro. Leopoldo Flores pertenecientes al acervo del Museo Universitario Leopoldo Flores



Juego compuesto por 43 piedras de río intervenidas pictóricamente por El Mtro. Leopoldo Flores. Las piezas presentan distintos niveles de detalle, formas zoomorfas y patrones cromáticos, y forman parte de la colección del MULF-UAEMéx. Por sus características, se propone un embalaje individualizado que facilite su manejo, almacenamiento y exhibición en una sola maniobra, sin comprometer su integridad física. / © Alan Gómez.

2.2 Enfoque Metodológico

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, con base en la integración de métodos cualitativos y cuantitativos, cuya combinación permitió abordar el problema desde una perspectiva integral. Esta elección metodológica responde a la naturaleza compleja de la problemática observada: por un lado, se requería una exploración sensible a las particularidades físicas y materiales de las piezas del acervo universitario; por otro, era necesario sustentar las decisiones de diseño con datos sistematizados obtenidos mediante herramientas técnicas y medibles.

En este sentido, el enfoque mixto no se limitó a una estrategia de recolección de datos, sino que constituyó una guía para toda la estructura del proceso investigativo. Se optó por un diseño exploratorio-explicativo, adecuado para investigaciones que buscan comprender fenómenos poco estudiados y, al mismo tiempo, proponer soluciones técnicas viables. La dimensión cualitativa permitió analizar contextos, materiales, condiciones de almacenamiento, y experiencias de los profesionales encargados del acervo. Por su parte, la dimensión cuantitativa se expresó en la aplicación de cuestionarios estandarizados, la evaluación funcional de los prototipos y el registro de variables técnicas como medidas, resistencias y ajustes dimensionales. Ambas dimensiones fueron interpretadas como un conjunto articulado, ya que "la interpretación es producto de toda la información en su conjunto" (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 534).

La metodología fue concebida como una trayectoria progresiva, iniciada desde la detección empírica de una necesidad real hasta la formulación, desarrollo y validación de una propuesta técnica concreta. Este recorrido comprendió fases de diagnóstico, diseño, experimentación y análisis, en las que se integraron diversas herramientas digitales y físicas. Cada fase fue diseñada para responder de manera directa a los objetivos específicos de la investigación, permitiendo avanzar de lo general a lo particular, y de la observación a la aplicación.

Asimismo, se consideraron principios éticos fundamentales del ámbito de la conservación del patrimonio cultural, tales como el respeto por la integridad material de las piezas, la reversibilidad de las intervenciones y la documentación detallada de todo el proceso. La aplicación de nuevas tecnologías —como el escaneo 3D y la impresión aditiva— fue evaluada en función de su compatibilidad con estos principios, garantizando que su uso no comprometiera la estabilidad física ni la legibilidad histórica de los objetos involucrados.

El enfoque metodológico adoptado permitió así no solo comprender la problemática desde múltiples ángulos, sino también generar una propuesta de intervención replicable y adaptable, que se detalla en las secciones siguientes y cuyos resultados concretos se exponen en el capítulo posterior.

Tabla 3

Relación entre fases metodológicas del proyecto y sus dimensiones cualitativa y cuantitativa

Dimensión cualitativa	Fase	Dimensión cuantitativa
Observación de condiciones reales	Detección empírica	Cuestionarios exploratorios
Entrevistas a encargados de acervos	Diagnóstico	Encuestas estandarizadas
Criterios éticos y conservación preventiva	Diseño	Medición de variables técnicas
Evaluación de materiales en contexto	Experimentación	Prototipado y pruebas funcionales
Interpretación de experiencias y registros	Análisis	Análisis de datos medibles
Documentación argumentada	Propuesta técnica	Integración de resultados cuanificables

Esquema que articula las seis fases del proceso de investigación con sus respectivas herramientas cualitativas y cuantitativas. La integración de ambas dimensiones permitió un abordaje riguroso, tanto en la exploración sensible de condiciones y experiencias, como en la validación técnica de los resultados aplicables al diseño de embalaje. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis metodológico del proyecto de diseño de embalajes para acervos universitarios (2024).

2.3 Fases del Proceso de Investigación

La investigación se estructuró a través de una serie de fases progresivas que permitieron construir una metodología integral para el diseño de embalajes individualizados, utilizando tecnología 3D y criterios de conservación preventiva. Estas fases fueron desarrolladas a partir de observaciones del contexto museístico universitario, el análisis de necesidades específicas, la experimentación con materiales, y la validación técnica de procesos. Aunque la metodología ha sido completamente definida y las pruebas funcionales preliminares han sido ejecutadas, la aplicación real del embalaje final aún se encuentra pendiente, como parte de una etapa futura de implementación.

Fase 1. Detección del Problema y Delimitación del Objeto de Estudio. El proyecto se originó a partir de la identificación de una situación vulnerable, la ausencia de embalaje y protección adecuados para piezas del acervo del MULF-UAEMéx. Esta carencia generaba

riesgos en la manipulación, almacenamiento y la dificultad de exhibición de las piezas. El primer acercamiento fue mediante observación directa durante visitas técnicas, revisiones de documentación institucional y entrevistas informales con personal del museo.

Figura 12
Prueba preliminar de soporte para escaneo 3D de pieza arqueológica



Pieza arqueológica fragmentada con soporte auxiliar diseñado para su estabilización temporal. El montaje experimental buscaba simular su forma original con fines de escaneo 3D y modelado, Aunque el estudio fue suspendido, este ejercicio metodológico aportó criterios clave para el diseño de embalajes individualizados aplicados posteriormente al nuevo objeto de estudio. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Inicialmente, se consideró como objeto de estudio una pieza arqueológica con alto potencial para el desarrollo de embalaje especializado. Se trataba de un ánfora fragmentada en tres partes, cuya forma cuadrada y asa superior representaban un desafío técnico por su inestabilidad estructural, la imposibilidad de exhibición directa y la necesidad de un soporte auxiliar. Se realizaron experimentaciones preliminares con soportes internos de modelado para simular su forma original, con el objetivo de escanearla, reconstruirla virtualmente e imprimir un prototipo ajustado. Sin embargo, debido a cambios en las condiciones administrativas relacionadas con el uso de la pieza, y en atención a las recomendaciones institucionales, se decidió redefinir el objeto de estudio. A partir de ello, se enfocó la investigación en piezas del acervo artístico del MULF-UAEMéx, las cuales correspondieron a un boceto de mural dibujado en la superficie interna de media pelota hecha de vinil, un pandero de madera y piel intervenido en su cara externa, y un conjunto de más de 40 piedras de río pintadas, todas ellas obras de El Mtro. Leopoldo Flores.

La redefinición del objeto de estudio marcó no solo un cambio en el enfoque del proyecto, sino también el inicio de una metodología estructurada que guiaría las fases posteriores de experimentación, modelado y validación técnica del embalaje individualizado.

Fase 2. Diseño y Aplicación de Instrumentos Diagnósticos. Se elaboró un cuestionario mixto dirigido a responsables de acervos universitarios, con el propósito de identificar prácticas actuales, deficiencias y áreas de oportunidad en materia de embalaje y conservación. Los datos obtenidos sirvieron como insumo clave para definir requerimientos técnicos y funcionales en las fases siguientes.

Tabla 4

Síntesis del instrumento aplicado para el diagnóstico en museos universitarios

Objetivos del cuestionario	Estructura del cuestionario	Población meta
• Identificar prácticas actuales de conservación y manejo de acervos • Evaluar el interés en soluciones con tecnología 3D.	• Datos generales (edad, rol, tipo de acervo) • Conservación preventiva y formación • Embalaje, almacenaje y traslado • Exhibición y criterios de conservación • Presupuesto y planeación • Necesidades y mejoras tecnológicas	• Responsables de acervos en museos universitarios: museógrafos, conservadores, técnicos y directores • Validación previa mediante prueba piloto • Administrado a través de Google Forms

Cuadro sinóptico que resume los objetivos, estructura y población meta del cuestionario definido para identificar prácticas actuales de conservación y evaluar la viabilidad del uso de tecnologías 3D en el embalaje de acervos. El instrumento fue validado mediante una prueba piloto y aplicado en línea a través de Google Forms. Fuente: Elaboración propia a partir del diseño metodológico y aplicación en museos universitarios (2024).

Fase 3. Formación Complementaria en Conservación y Fortalecimiento Metodológico Transdisciplinario. Durante el desarrollo del presente proyecto, se incorporó una fase de formación complementaria orientada al fortalecimiento metodológico, teórico y técnico en conservación, documentación y comunicación patrimonial. En este marco, se cursaron dos asignaturas clave en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete" (ENCRyM-INAH), enfocadas en la gestión de colecciones y en la divulgación significativa del patrimonio cultural. Esta experiencia, derivada de una movilidad académica no formalizada administrativamente, tuvo un impacto directo en la construcción del modelo metodológico del proyecto, al aportar herramientas conceptuales y prácticas vinculadas con la documentación, catalogación, manipulación de bienes y procesos de gestión del patrimonio.

Los conocimientos adquiridos en esta etapa permitieron establecer criterios técnicos y operativos fundamentales para el diseño del sistema de embalaje, así como incorporar una perspectiva crítica y comunicacional en torno al patrimonio, con implicaciones éticas sobre su tratamiento, interpretación y presentación. Esta fase también incluyó asesorías con especialistas de la ENCRyM, cuyas observaciones enriquecieron tanto el planteamiento metodológico como el enfoque técnico del proyecto.

El carácter transdisciplinario de esta fase contribuyó al cruce entre los campos de la conservación preventiva, la comunicación patrimonial y el diseño, permitiendo validar externamente el modelo propuesto mediante la revisión crítica de académicos y profesionales del área. Para un desglose detallado de las asignaturas cursadas, los contenidos abordados y las asesorías recibidas, véase el apartado 2.4.1 / Entrevistas informales y asesorías formativas especializadas.

Tabla 5

Aportaciones académicas al modelo metodológico del proyecto de embalaje

Asignatura cursada	Temas clave abordados	Aportaciones al proyecto
• Gestión de colecciones: de la valoración a la conservación preventiva	• Valoración de colecciones • Deontología y códigos éticos • Políticas de manejo • Documentación y comisariado • Prevención de riesgos	• Incorporación de criterios de valoración y registro al diseño de embalajes • Enfoque interdisciplinario para manejo y manipulación de obras • Aplicación de protocolos de documentación y planes de riesgos adaptados a contextos universitarios

• Divulgación significativa del patrimonio cultural	• Estrategia de comunicación centrada en públicos • Modelo TORA (Tema, Organización, Relevancia, Amenidad) • Diseño conceptual de proyectos • Estudios de públicos • Metodología de divulgación en contextos latinoamericanos	• Inclusión de perspectiva comunicacional y pedagógica en la presentación del embalaje • Reflexión crítica sobre la relación entre acervo, usuario y mensaje • Diseño de experiencias informadas por públicos meta y fines comunicativos

Síntesis de los aprendizajes obtenidos durante la etapa formativa en la ENCRyM, particularmente en las asignaturas enfocadas en gestión de colecciones y divulgación patrimonial. Estas experiencias consolidaron el enfoque transdisciplinario del proyecto, al integrar criterios técnicos de conservación preventiva, herramientas de documentación y estrategias de comunicación orientadas a públicos diversos. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis reflexivo de contenidos académicos y su aplicación en el proyecto de embalaje (2024).

Fase 4. Experimentación con Materiales y Técnicas. En esta fase se realizaron pruebas exploratorias con distintos materiales empleados habitualmente en conservación y embalaje: sintético no tejido, espuma de polietileno, estireno y goma EVA. Se evaluaron propiedades como flexibilidad, termoformabilidad, resistencia a impactos y comportamiento frente a la humedad. Las prácticas se realizaron en condiciones controladas en el taller de plásticos de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx (FAD UAEMéx). Esta fase aportó criterios precisos para la selección de materiales funcionales, reutilizables y seguros para el contacto con objetos frágiles.

Tabla 6

Selección de materiales para embalaje individualizado de acervos con requerimientos específicos

Material		Propiedades físicas y funcionales	Nivel de desempeño
	Sintético no tejido	• Flexibilidad • Termoformabilidad • Resistencia a impactos • Comportamiento frente a humedad • Reutilizable	Alta Baja Media Excelente Alta

	**Espumado de Polietileno**	• Flexibilidad • Termoformabilidad • Resistencia a impactos • Comportamiento frente a humedad • Reutilizable	Media Media Alta Buena Alta
	**Estireno**	• Flexibilidad • Termoformabilidad • Resistencia a impactos • Comportamiento frente a humedad • Reutilizable	Baja Alta Media Baja Media
	**Goma EVA**	• Flexibilidad • Termoformabilidad • Resistencia a impactos • Comportamiento frente a humedad • Reutilizable	Alta Alta Media Alta Alta

Comparativo de materiales utilizados durante la fase de experimentación del proyecto. La selección se basó en criterios de conservación preventiva, condiciones de manipulación, almacenaje y compatibilidad con procesos de diseño asistido por tecnología 3D. Esta evaluación permitió identificar combinaciones materiales adecuadas para acervos delicados, con morfologías irregulares o necesidades de soporte especializado. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de materiales, resultados experimentales y su aplicación en el diseño de embalajes para acervos universitarios (2024).

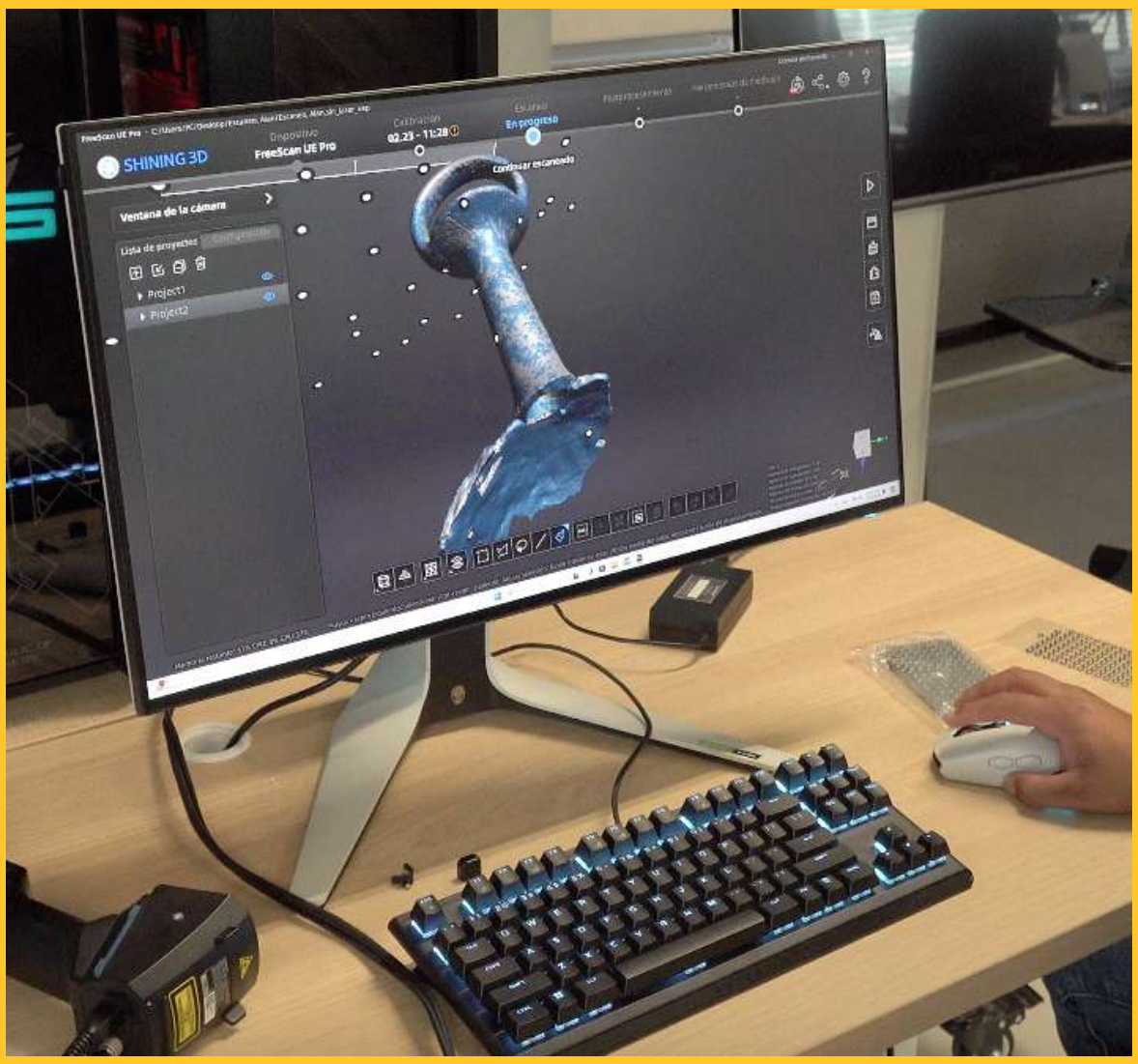
Fase 5. Escaneo y Modelado Tridimensional. Con el apoyo del equipo técnico del Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, Centro de Innovación y Diseño de la FAD UAEMéx, se digitalizó el objeto de estudio mediante escaneo 3D de alta precisión utilizando el equipo FreeScan UE Pro. Los datos se procesaron en Blender para generar un modelo virtual exacto, el cual permitió establecer simulaciones de soluciones de embalaje sin intervenir directamente sobre la pieza original.

Figura 13
Práctica preliminar de escaneo tridimensional para el desarrollo metodológico



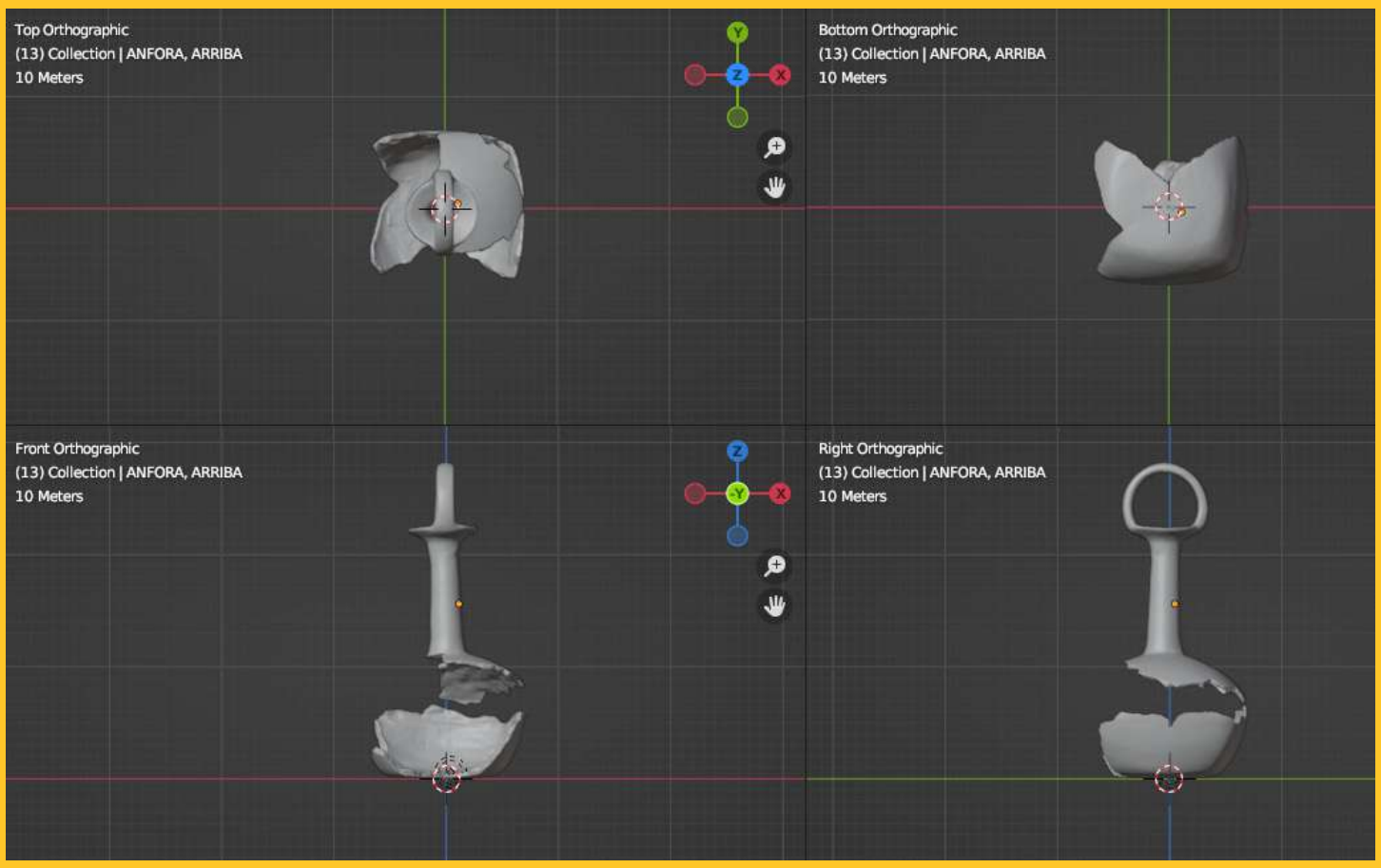
Escaneo 3D realizado mediante proyección de luz sobre una pieza colocada en una mesa con marcadores de referencia. Esta fue sostenida por un soporte auxiliar fabricado en foamboard, ensamblado conforme a principios de diseño estereotómico. La práctica preliminar permitió evaluar herramientas, flujos de trabajo y condiciones técnicas, contribuyendo de forma decisiva a la definición de la metodología aplicada al objeto de estudio final. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Figura 14
Visualización y edición del modelo tridimensional digitalizado



Interfaz del software Shining 3D durante la edición del modelo obtenido con el escáner FreeScan UE Pro. La imagen muestra el modelo digital con detalles de forma, volumen y textura, mientras se ajustan los puntos de referencia y se optimiza la nube de puntos para su aplicación en simulaciones de embalaje y documentación técnica. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx

Figura 15
Proyección ortográfica para análisis volumétrico del modelo tridimensional



Captura de pantalla que muestra el modelo digitalizado desde cuatro vistas ortográficas (superior, inferior, frontal y lateral). Esta visualización permite examinar proporciones, simetría y volumen de la pieza fragmentada, y resulta fundamental para identificar los faltantes volumétricos. Dicha información orienta el diseño de soportes individualizados que se ajusten con precisión a la geometría original del objeto. / © Alan Gómez.

Fase 6. Simulación de Prototipos y Definición Metodológica. A partir del modelo digital y de los materiales previamente evaluados, se definió una serie de pasos para el diseño de embalajes individualizados. Se realizaron simulaciones digitales, pruebas de termoformado y ensayos de manipulación sobre prototipos preliminares. Aunque el embalaje final aún no ha sido producido, la ruta metodológica para su ejecución ya se encuentra plenamente definida y validada desde el punto de vista técnico.

Figura 16
Ruta metodológica para la simulación de embalajes individualizados



Secuencia visual desarrollada durante un ejercicio metodológico preliminar, basado en una pieza de características formales y técnicas similares al objeto de estudio inicial (ánfora arqueológica fragmentada). Aunque esta pieza no formó parte del análisis final, el ejercicio permitió evaluar herramientas, flujos de trabajo y condiciones técnicas que fueron decisivas para definir la metodología posteriormente aplicada a las piezas del acervo del MULF-UAEMéx. La serie muestra desde la construcción del modelo digital (1), impresión 3D (2), simulaciones volumétricas (3, 4), pruebas de termoformado (5), hasta la validación de un prototipo preliminar funcional (6). replicable en contextos similares. / © Alan Gómez.

Tabla 7

Ruta metodológica para la simulación de embalajes individualizados

Nº	Etapa de la ruta metodológica	Descripción
1	Modelo digital reconstruido	Representación 3D obtenida por escaneo y restitución volumétrica de áreas faltantes.
2	Visualización tipo render	Simulación con iluminación artificial para validar forma, proporciones y simetría.
3	Simulación con textura y color	Aplicación digital de textura y color que emula el material original para valoración visual.
4	Visualización impresión 3D	Render que simula el resultado de la impresión aditiva con textura de filamento visible.
5	Simulación de termoformado	Ilustración del proceso de termoformado sobre la mitad del modelo como técnica de embalaje.
6	Prototipo del contenedor	Simulación final del contenedor ajustado al objeto, validando la protección individualizada.

Descripción del proceso metodológico aplicado tras la selección del objeto de estudio y la identificación de sus requerimientos específicos mediante entrevistas con responsables de conservación y manejo. La ruta contempla una secuencia articulada de seis fases: escaneo tridimensional del objeto, desarrollo de soportes auxiliares cuando fue necesario, modelado digital, simulaciones volumétricas, pruebas de termoformado y validación funcional. Esta metodología integra herramientas digitales y procesos físicos con el fin de diseñar soluciones de embalaje individualizado adaptadas a las características particulares del acervo. Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas, pruebas prácticas, simulaciones digitales y experimentación en taller (2023–2024).

Fase 7. Integración de Resultados Parciales y Reflexión Metodológica. La consolidación de las fases anteriores permitió estructurar un modelo metodológico aplicable a otros contextos con características similares. Más allá de sus resultados inmediatos, esta etapa final funcionó como un puente entre la experimentación técnica y su eventual implementación institucional, sentando las bases para la reflexión crítica y la transferencia metodológica que se profundiza en los apartados siguientes.

Figura 17
Consolidación metodológica del modelo de embalaje individualizado



Diagrama que sintetiza las fases clave del proyecto, integradas en una propuesta metodológica replicable. El modelo articula aprendizajes técnicos provenientes del laboratorio, la simulación digital y del taller, permitiendo una evaluación crítica sobre su viabilidad técnica, ética y su posible adaptación a otros contextos museísticos universitarios. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en el Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, simulaciones realizadas en Blender y prácticas desarrolladas en el Taller de Plásticos de la FAD UAEMéx.

El desarrollo de este proyecto requirió el uso e integración de diversas técnicas e instrumentos, aplicados tanto en la etapa diagnóstica como en la fase experimental, con el propósito de fundamentar el diseño de un embalaje individualizado. Estas herramientas fueron seleccionadas conforme a criterios de conservación preventiva, factibilidad técnica, pertinencia institucional y cumplimiento de principios éticos asociados a la conservación del patrimonio.

2.3.1 Técnicas de Recolección de Información

Durante la primera etapa del proyecto se emplearon diversas herramientas que permitieron obtener tanto datos cuantificables como insumos cualitativos clave para orientar el diseño del embalaje individualizado.

Observación Directa. Realizada durante visitas al Museo Universitario Leopoldo Flores, al Museo Universitario de Historia Natural y al espacio museístico Gabinetes de Física, Química y Medicina, con el objetivo de documentar el estado de conservación de las piezas, sus condiciones de resguardo y el contexto museográfico. En todos los espacios se recibió una atención respetuosa, cordial y profesional por parte de sus responsables, quienes mostraron interés genuino en el desarrollo del proyecto y compartieron valiosa información sobre las problemáticas que enfrentan en el manejo y conservación de sus respectivos acervos. En el caso del Museo de Historia Natural, el acercamiento fue especialmente enriquecedor debido a la apertura del personal y al reconocimiento del potencial del proyecto para abordar desafíos en el almacenamiento y exhibición de su colección. De forma similar, en los Gabinetes de Física, Química y Medicina se identificaron acervos con alta complejidad técnica, lo cual impidió formalizar un estudio de caso, pero permitió conocer de cerca sus requerimientos específicos. La selección final del objeto de estudio en el MULF-UAEMéx respondió a la posibilidad de establecer una correspondencia clara entre la problemática detectada y las etapas metodológicas ya exploradas, lo cual favoreció la continuidad del proyecto sin comprometer su validez técnica ni su alcance académico. Esta técnica de observación permitió además elaborar bitácoras con información contextual, condiciones ambientales y riesgos identificables.

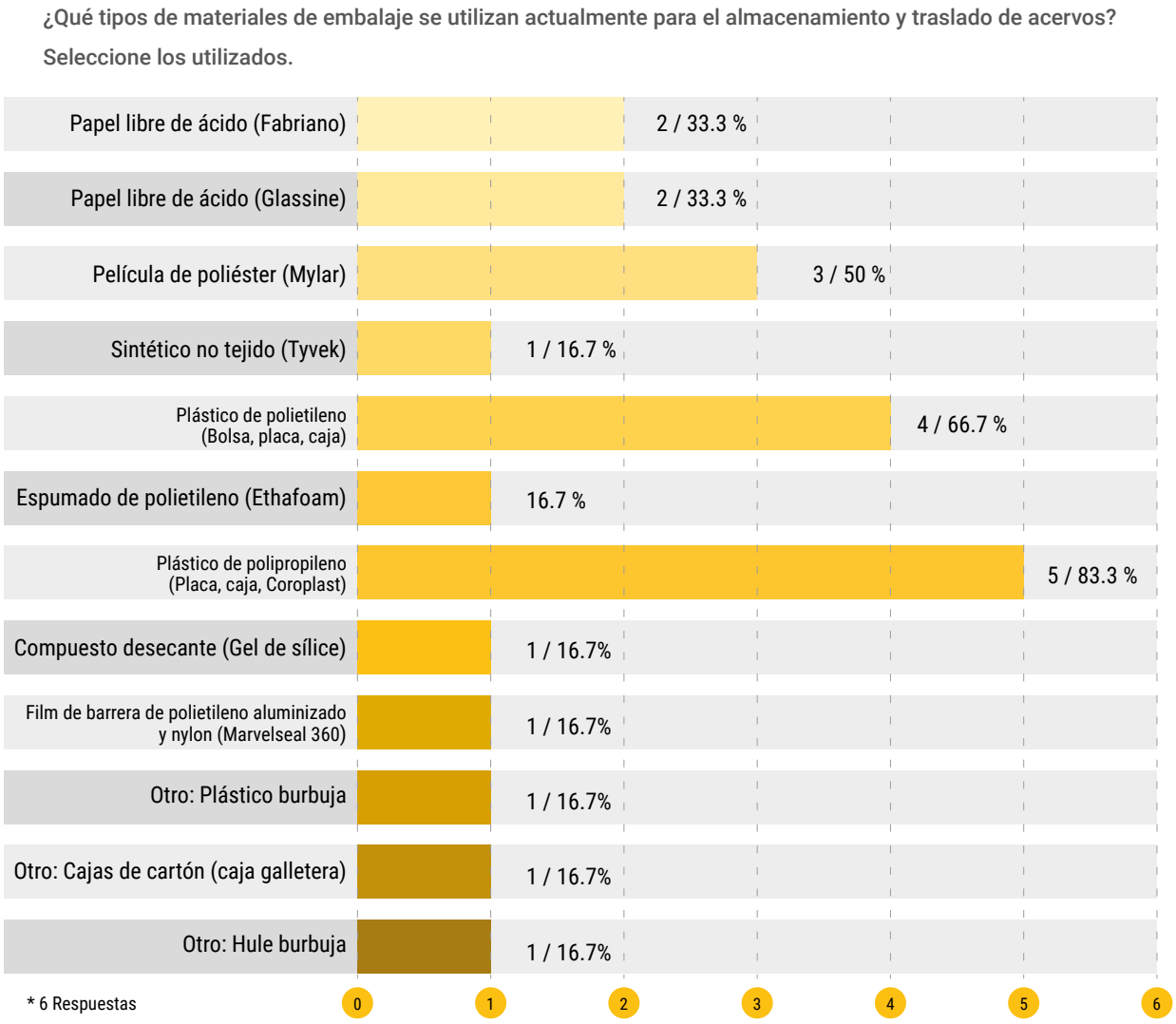
Cuestionario Estructurado en Modalidad Digital. Aplicado a través de la plataforma Google Forms y dirigido a responsables de acervos de los espacios museísticos universitarios coordinados por la Dirección de Museos Universitarios. La invitación se extendió a los ocho responsables de los siete museos universitarios y de la propia Dirección, quienes integran el universo total de actores directamente vinculados con el manejo y conservación de acervos en dicha instancia. De ellos, seis personas respondieron el instrumento en su totalidad; dos no pudieron hacerlo por cuestiones de agenda o carga laboral, pese a haber manifestado su interés. El cuestionario fue diseñado con enfoque mixto y dividido en tres bloques temáticos: identificación del perfil profesional, prácticas actuales de embalaje, y disposición hacia tecnologías emergentes como el escaneo e impresión 3D. Se combinaron preguntas cerradas para obtener datos comparables, con preguntas abiertas orientadas a recopilar percepciones, experiencias y sugerencias relevantes. A pesar del número reducido de participantes, el cuestionario representó una fuente confiable de información cualitativa y cuantitativa, dado que el total de encuestados forma parte integral del universo de análisis del estudio.

Antes de su aplicación definitiva, el cuestionario fue validado mediante una prueba piloto con colaboradores dedicados a la conservación y museografía, quienes ofrecieron retroalimentación sobre claridad, pertinencia y secuencia. A partir de sus observaciones se ajustó el lenguaje y la estructura de algunas preguntas. Los resultados obtenidos fueron sistematizados y analizados para identificar patrones, necesidades y criterios técnicos prioritarios, los cuales

nutrieron directamente el diseño metodológico y la definición de requerimientos funcionales para el prototipo de embalaje. Para consultar el cuestionario completo, así como el análisis detallado de sus resultados, véase el Anexo 1.

Figura 18

Tipos de materiales de embalaje utilizados actualmente en museos universitarios



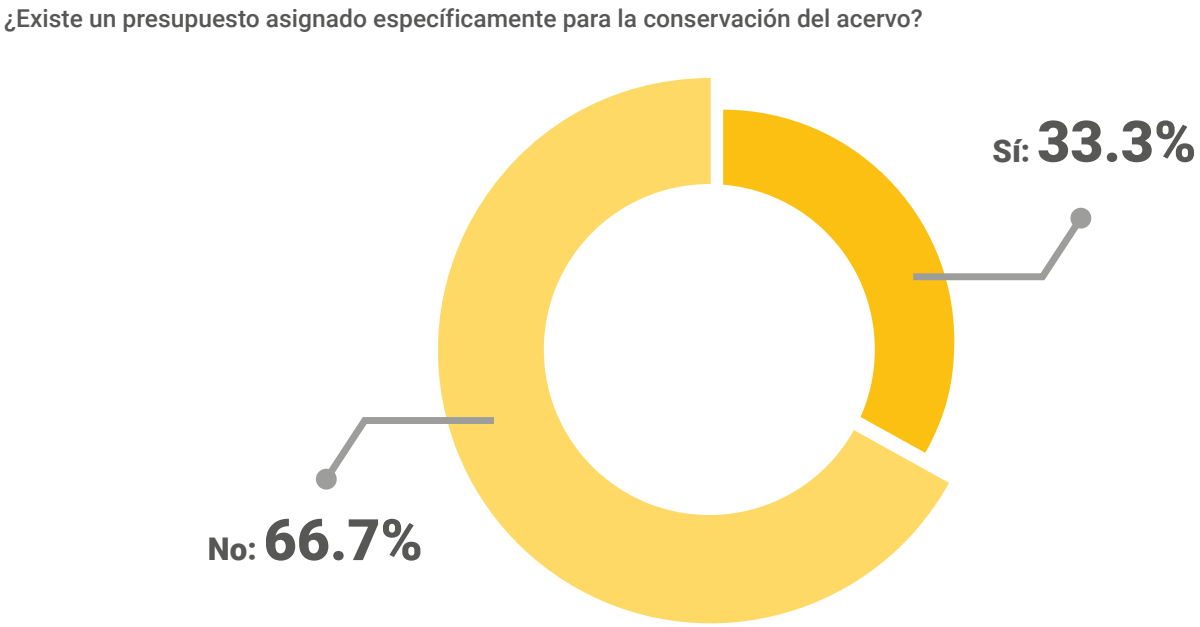
El gráfico muestra los materiales empleados por los encuestados para el embalaje y traslado de acervos. Destacan el uso frecuente de espuma de polietileno, plástico de polipropileno (Placa corrugada) y sintético no tejido, lo cual refleja una familiaridad parcial con materiales técnicamente recomendados. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del cuestionario aplicado mediante Google Forms (2024).

A partir de las respuestas obtenidas, se identificaron hallazgos clave tanto cuantitativos como cualitativos:

- La mayoría de los encuestados reconoció la carencia de protocolos específicos de embalaje adaptado a formas no convencionales.
- Se señaló una alta demanda por soluciones flexibles y personalizables que no comprometan la integridad del objeto.
- También se destacó como limitante la falta de equipo tecnológico y de formación técnica para implementar soluciones más avanzadas.
- Las respuestas abiertas brindaron comentarios valiosos sobre la importancia de diseñar embalajes reutilizables y adaptables a distintas piezas mediante enfoques modulares.

Figura 19

Disponibilidad de presupuesto asignado específicamente para conservación de acervo

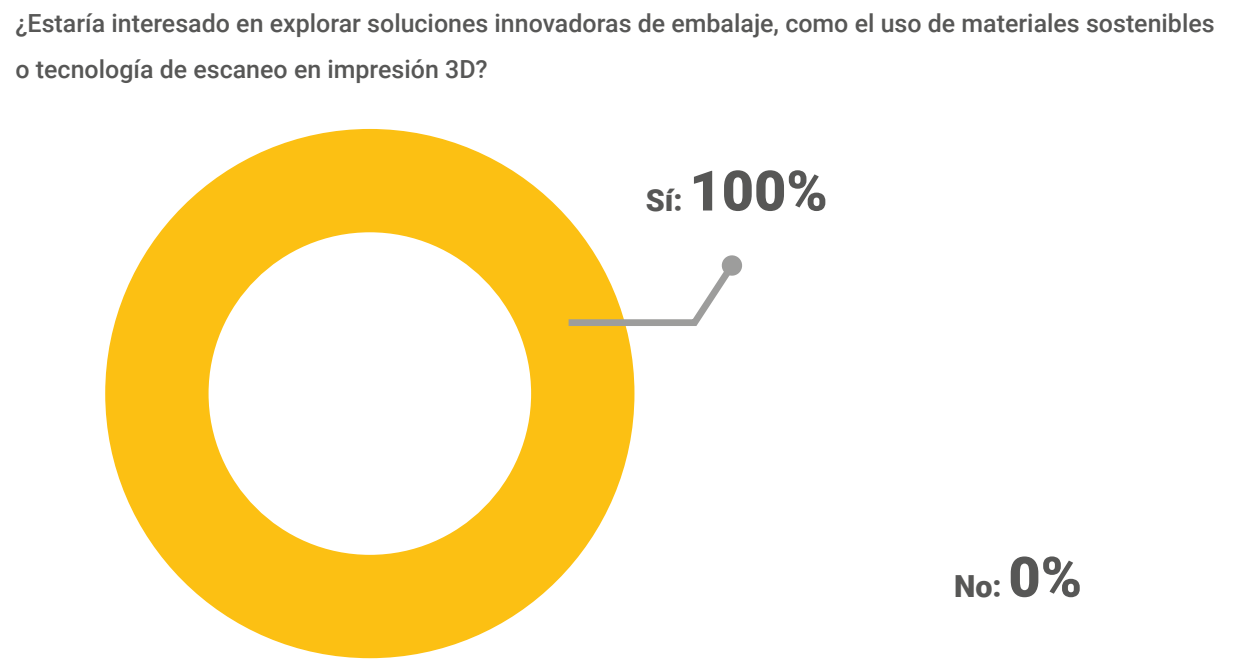


Solo un tercio de los encuestados afirmó contar con un presupuesto específico para conservación. Esta limitación institucional sustenta la necesidad de diseñar soluciones de embalaje accesibles, adaptables y viables técnicamente con recursos limitados. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del cuestionario aplicado mediante Google Forms (2024).

Estos insumos fueron fundamentales para justificar la elección de materiales accesibles, métodos reversibles y técnicas de bajo impacto como el termoformado y la impresión 3D. El cuestionario, por tanto, aportó una base empírica sólida que validó las decisiones metodológicas desde una perspectiva profesional contextualizada en el ámbito museístico universitario.

Figura 20

Interés en tecnologías emergentes para soluciones de embalaje



El 100% de los encuestados manifestó interés en explorar soluciones innovadoras para el embalaje de acervos, incluyendo tecnologías como el escaneo 3D, la impresión aditiva y el uso de materiales sostenibles. Este resultado refuerza la pertinencia del enfoque metodológico propuesto en el proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del cuestionario aplicado mediante Google Forms (2024).

En conjunto, el proceso metodológico seguido para el diseño, validación, aplicación y análisis del cuestionario se desarrolló de forma estructurada y con enfoque riguroso. La siguiente figura resume visualmente las etapas clave de dicho proceso.

Figura 21
Diseño, aplicación y análisis del cuestionario



Flujograma del proceso metodológico empleado en el desarrollo del cuestionario digital, desde su diseño inicial hasta la integración de resultados en la propuesta metodológica del prototipo. La herramienta fue validada mediante prueba piloto, ajustada técnicamente y aplicada mediante Google Forms. Participaron seis responsables directos de acervos pertenecientes a los espacios museísticos bajo la Dirección de Museos Universitarios de la UAEMéx, de un total de ocho invitados. Fuente: Elaboración propia a partir de la implementación metodológica del cuestionario aplicado entre 2023 y 2024.

Entrevistas Informales y Asesorías Formativas Especializadas. Como parte de las técnicas cualitativas aplicadas durante la etapa inicial del proyecto, se sostuvieron entrevistas informales y sesiones de retroalimentación con personal a cargo del patrimonio en museos universitarios, así como con especialistas en conservación, museografía y gestión patrimonial. Estas interacciones tuvieron como objetivo fortalecer el marco teórico, técnico y metodológico del modelo de embalaje propuesto, además de validar sus componentes desde una perspectiva profesional e interdisciplinaria.

Una parte significativa de estas asesorías tuvo lugar en la ENCRyM, institución reconocida por su trayectoria en la formación de profesionales del patrimonio. En este contexto, además de cursarse asignaturas clave (ver apartado 2.3), se entablaron diálogos académicos y colaboraciones que enriquecieron de manera sustantiva el desarrollo del proyecto.

Entre las contribuciones más relevantes, destaca la participación de la Mtra. Frida Montes de Oca Fiol, quien compartió materiales bibliográficos y audiovisuales sobre manipulación, organización de espacios y construcción de embalajes para traslado internacional de acervos. Esta información resultó esencial para robustecer la propuesta técnica del embalaje, particularmente en lo relativo a condiciones de estabilidad, amortiguamiento y manejo preventivo.

Por su parte, la Dra. Isabel Medina González, del Seminario-Taller de Conservación Arqueológica, brindó retroalimentación específica sobre el enfoque tecnológico planteado, destacando la pertinencia del uso de escaneo e impresión 3D en contextos patrimoniales. Durante este intercambio se planteó incluso la posibilidad de colaboración institucional futura, lo que subraya la proyección aplicada del proyecto.

La asignatura Gestión de colecciones en exhibición: de la valoración a la conservación preventiva, impartida por el Dr. Luis Ricardo Nathael Cano Baca, permitió profundizar en criterios fundamentales como la valoración del patrimonio, la selección de materiales y el diseño de estrategias de conservación preventiva adaptadas a contextos museísticos específicos.

Finalmente, el curso Divulgación significativa de patrimonios culturales, impartido por el Dr. Manuel Gándara, contribuyó de forma decisiva a consolidar la dimensión comunicacional del proyecto, al abordar el papel del discurso museográfico, el vínculo entre públicos y colecciones, y el desarrollo de estrategias de comunicación patrimonial con enfoque integral.

Estas asesorías y espacios de intercambio académico fortalecieron no sólo la dimensión técnica del modelo de embalaje, sino también su fundamentación ética, comunicacional y contextual, alineándose con las mejores prácticas contemporáneas en conservación preventiva y museología crítica.

2.3.2 Instrumentos y Materiales Utilizados

Durante las pruebas de laboratorio y las simulaciones de diseño, se utilizaron fichas técnicas para registrar las propiedades físico-mecánicas de los materiales seleccionados, como flexibilidad, resistencia, estabilidad dimensional, permeabilidad y compatibilidad con los objetos patrimoniales. Estas fichas fueron documentadas durante prácticas de termoformado, ensamble y manipulación en taller, permitiendo evaluar el desempeño funcional de cada material en condiciones controladas.

A continuación, se presenta una tabla con los materiales clave utilizados, junto con sus propiedades principales y la aplicación específica en el proyecto:

Tabla 8

Materiales seleccionados para el diseño del sistema de embalaje y su función técnica específica

Material	Propiedades clave	Aportaciones al proyecto
Sintético no tejido	Resistencia al desgarro, permeabilidad al vapor, libre de ácidos	Revestimiento protector, separación de contacto directo con objetos
Espuma de polietileno	Alta capacidad de absorción de impactos, inerte, ligero	Soporte de base para piezas pesadas o de volumen irregular
Estireno	Moldeable por calor, económico, estable, fácil de cortar	Ensayos de termoformado para encapsulado parcial del objeto
Goma EVA	Flexible, resistente, de fácil manipulación	Separadores internos, amortiguadores y ajustes de forma

Selección de los materiales clave empleados en el diseño del embalaje para acervos patrimoniales, evaluados según sus propiedades físico-mecánicas y su desempeño en procesos de termoformado, manipulación y ensamblaje. La tabla sintetiza la relación entre las características técnicas de cada material y su contribución al diseño funcional del sistema de protección. Fuente: Elaboración propia a partir de ensayos prácticos realizados en el taller de plásticos de la FAD-UAEMéx y criterios de conservación preventiva establecidos por el ICOM y la ENCRyM-INAH

2.3.3 Técnicas para el Desarrollo de Prototipos

Durante la fase experimental y de diseño, se utilizaron técnicas especializadas para evaluar materiales, generar modelos tridimensionales y validar soluciones estructurales. Estas técnicas fueron aplicadas tanto en laboratorio como en talleres especializados, y permitieron avanzar hacia una propuesta viable de embalaje individualizado para piezas patrimoniales.

Técnicas de termoformado; Ensayos realizados en el Taller de Plásticos con materiales como el estireno, evaluando su respuesta al calor, moldeabilidad, resistencia a deformaciones y comportamiento ante geometrías complejas. Esta técnica fue fundamental para simular moldes protectores adaptados a las formas irregulares del objeto de estudio.

Escaneo tridimensional sin contacto; Se empleó el escáner 3D FreeScan UE Pro, un equipo de alta precisión capaz de capturar geometrías complejas sin contacto físico, garantizando la integridad del objeto. El escaneo se realizó sobre el boceto mural en vinil, generando un modelo digital preciso exportado en formato STL.

Modelado digital (CAD); El modelo obtenido fue procesado en software Blender, donde se realizaron tareas de limpieza de malla, reducción de polígonos, adaptación de escala y diseño del prototipo. Se incorporaron criterios estructurales como puntos de apoyo, amortiguación, y ensamblaje sin adhesivos permanentes.

Impresión 3D; Para validar el diseño, se utilizaron simulaciones preliminares con una impresora Stratasys F170 y filamento PLA. Estas pruebas sirvieron para verificar parámetros como el encaje, el contacto superficial con la pieza y la posibilidad de generar una protección efectiva sin ejercer presión en zonas sensibles.

Análisis de compatibilidad material; Se realizaron evaluaciones cualitativas del comportamiento de materiales seleccionados respecto a su capacidad de absorción de impactos, estabilidad dimensional, acidez y reversibilidad. Los resultados fueron documentados mediante fichas técnicas, bitácoras y registros fotográficos.

Figura 22

Técnicas e instrumentos aplicados en el diseño sistema de embalaje individualizado



Infografía que sintetiza los recursos metodológicos implementados durante el proceso de diseño del sistema de embalaje. Se organiza en tres bloques temáticos: (1) técnicas de recolección de información aplicadas en la etapa diagnóstica, (2) instrumentos y materiales seleccionados con base en criterios de conservación preventiva, y (3) técnicas especializadas para el desarrollo, validación y ajuste de prototipos. Esta integración técnica y metodológica sustenta la propuesta final como un modelo funcional, replicable y adaptable al resguardo de acervos patrimoniales en museos universitarios. Fuente: Elaboración propia a partir del registro de prácticas en el Taller de Plásticos de la FAD-UAEMéx, escaneos realizados con tecnología 3D y documentación de simulaciones digitales y físicas desarrolladas entre 2023 y 2024.

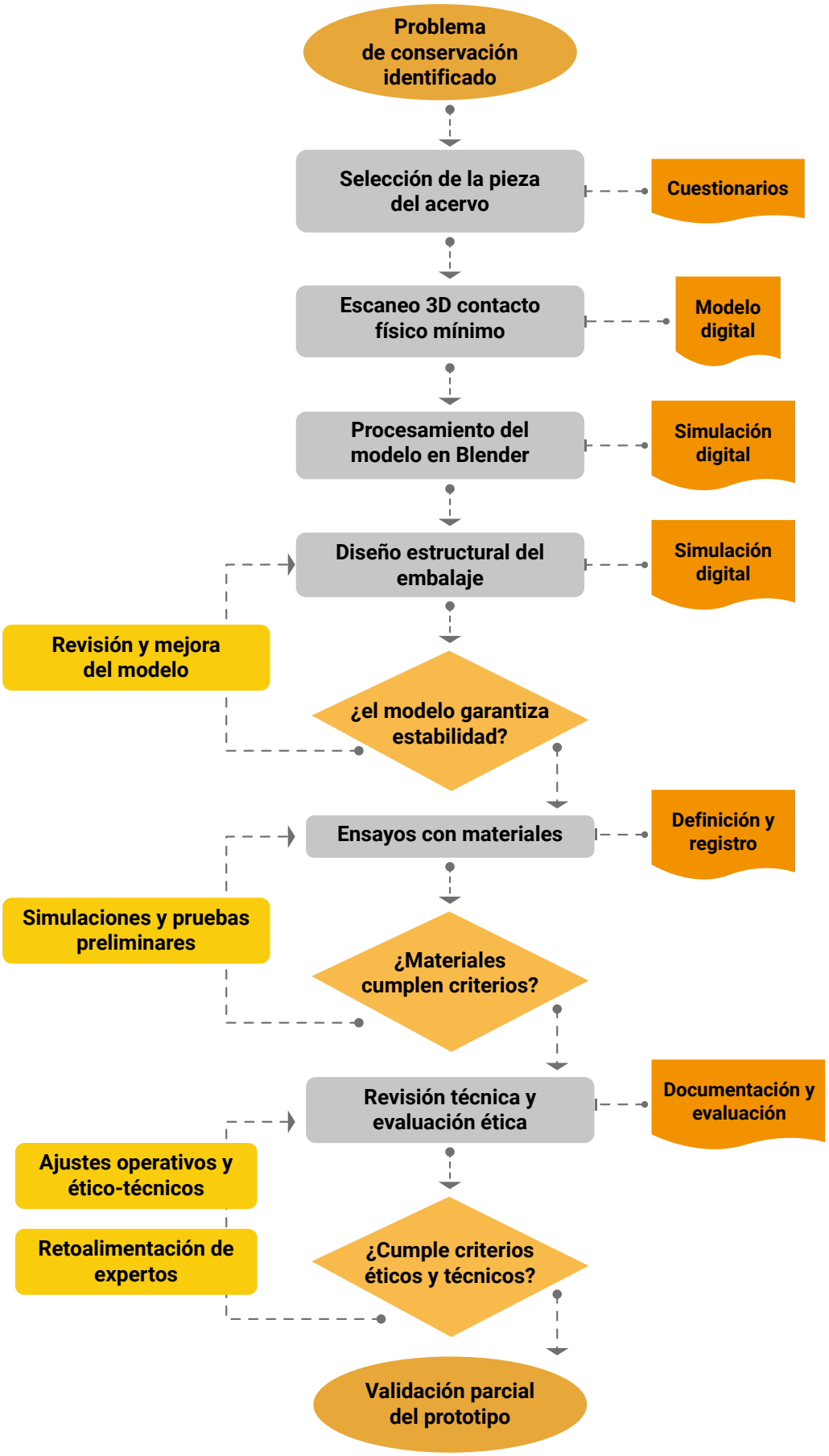
2.4 Desarrollo Del Prototipo y Validación Funcional

Una vez definidas las fases metodológicas, seleccionados los materiales y establecidos los criterios técnicos y éticos, se procedió al desarrollo del prototipo de embalaje individualizado. Esta sección presenta el proceso que permitió diseñar, modelar, simular y validar una solución estructural adaptada a una pieza específica del acervo, con el objetivo de garantizar su protección física, estabilidad durante el manejo y compatibilidad con los principios de conservación preventiva. El desarrollo se expone en cinco etapas secuenciales, desde la elección del caso de estudio hasta la evaluación técnica del modelo propuesto.

2.4.1 Selección Final del Caso de Estudio

Se eligió como objeto central para el desarrollo del prototipo de embalaje una pieza del acervo del Museo Universitario Leopoldo Flores: un boceto mural realizado sobre una media esfera de vinil, intervenida directamente por El Mtro. Leopoldo Flores. Esta elección respondió a varios factores: su morfología irregular, la fragilidad de su superficie flexible, su valor documental como parte del proceso artístico y la ausencia de un sistema de protección adecuado.

A diferencia de otras piezas inicialmente contempladas en el proyecto —como objetos arqueológicos o fragmentos escultóricos—, esta obra presentó una combinación compleja de retos técnicos y de conservación preventiva. Su estructura, inusual y deformable, requería una solución de embalaje individualizado que garantizara estabilidad, soporte sin presión directa, protección física y control ambiental pasivo, sin comprometer su integridad estructural ni obstaculizar su manejo museográfico.


Problema de conservación identificado
Selección de la pieza del acervo
Cuestionarios
Escaneo 3D contacto físico mínimo
Modelo digital
Procesamiento del modelo en Blender
Simulación digital
Diseño estructural del embalaje
Simulación digital
Revisión y mejora del modelo
¿el modelo garantiza estabilidad?
Ensayos con materiales
Definición y registro
Simulaciones y pruebas preliminares
¿Materiales cumplen criterios?
Revisión técnica y evaluación ética
Documentación y evaluación
Ajustes operativos y ético-técnicos
Retoalimentación de expertos
¿Cumple criterios éticos y técnicos?
Validación parcial del prototipo

PÁGINA ANTERIOR:

Figura 23

Ruta metodológica para el desarrollo y validación del prototipo de embalaje individualizado

Diagrama de flujo que sintetiza la secuencia lógica de decisiones técnicas y metodológicas aplicadas en el desarrollo del prototipo de embalaje. El proceso inicia con la identificación del problema de conservación y la selección del objeto de estudio, seguido de la obtención de un modelo digital a partir del escaneo 3D y su procesamiento en software especializado. A partir de ello, se diseña una estructura de embalaje individualizado, la cual es evaluada mediante simulaciones digitales, pruebas de materiales y validaciones éticas y técnicas. La ruta metodológica incluye momentos de retroalimentación con expertos, así como ajustes iterativos que permitieron avanzar hacia una validación parcial del prototipo. Cada etapa está vinculada a instrumentos, criterios o decisiones clave que estructuraron el modelo propuesto. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de procesos técnicos documentados en bitácoras de trabajo, registros de laboratorio y sesiones de retroalimentación realizadas entre 2023 y 2024 en el marco del proyecto de investigación del diseño de embalaje para acervos universitarios.

2.4.2 Escaneo Tridimensional y Generación del Modelo

El primer paso técnico para el desarrollo del embalaje fue la captura tridimensional del objeto mediante escaneo sin contacto físico directo con su superficie. Para ello se empleó el escáner FreeScan UE Pro, un dispositivo de alta precisión capaz de registrar geometrías complejas y superficies flexibles sin requerir mecanismos complejos ni manipulación directa.

Para evitar el contacto con la superficie del vinil y facilitar la estabilidad del objeto durante el proceso de escaneo, se diseñaron soportes auxiliares, construidos mediante la técnica de estereotomía —el diseño, materiales y función de estos soportes auxiliares se explican con mayor detalle en el capítulo 3, en el apartado correspondiente al desarrollo de soluciones intermedias para manipulación controlada—. Estos soportes permitieron mantener la media esfera suspendida y controlada, minimizando los puntos de fricción y eliminando la necesidad de intervención manual. Su función fue contener el objeto de manera segura, sin ejercer presión, mientras se realizaban las distintas capturas volumétricas.

El escaneo fue realizado en un entorno controlado del laboratorio de tecnologías aplicadas de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx, con condiciones de iluminación difusa para evitar reflejos en la superficie del vinil. El resultado fue un modelo tridimensional detallado exportado en formato STL, que sirvió como base digital para el análisis morfológico de la pieza.

Posteriormente, el modelo fue procesado en el software Blender, donde se realizaron tareas de limpieza de malla, reducción de polígonos, segmentación y adaptación de escala. Esta etapa fue fundamental para preparar el archivo para el modelado estructural del embalaje, permitiendo establecer criterios técnicos como el ajuste volumétrico, la detección de zonas frágiles y el planteamiento de estructuras de soporte sin contacto directo.

Figura 24
Etapas iniciales del escaneo y modelado digital del pandero intervenido



Secuencia visual que representa las etapas iniciales del proceso digital aplicado a la pieza seleccionada. Representación volumétrica del pandero con textura abstracta sobre el parche para simulación visual (a), escaneo 3D sin contacto del objeto original, con referencia visible al boceto mural realizado por El Mtro. Leopoldo Flores (b), modelo tridimensional generado en malla poligonal y visualizado en el entorno del software Blender (c). Este modelo fue la base para el análisis volumétrico y la posterior generación de estructuras de embalaje individualizado. / © Alan Gómez.

2.4.3 Modelado Digital y Diseño Estructural del Embalaje

Una vez procesado el modelo 3D, se procedió al desarrollo del prototipo mediante herramientas de modelado digital por computadora, con el programa para modelado en 3D Blender. En esta etapa no se realizaron pruebas físicas, sino que se generó una propuesta estructural íntegramente digital para definir las condiciones teóricas óptimas del embalaje.

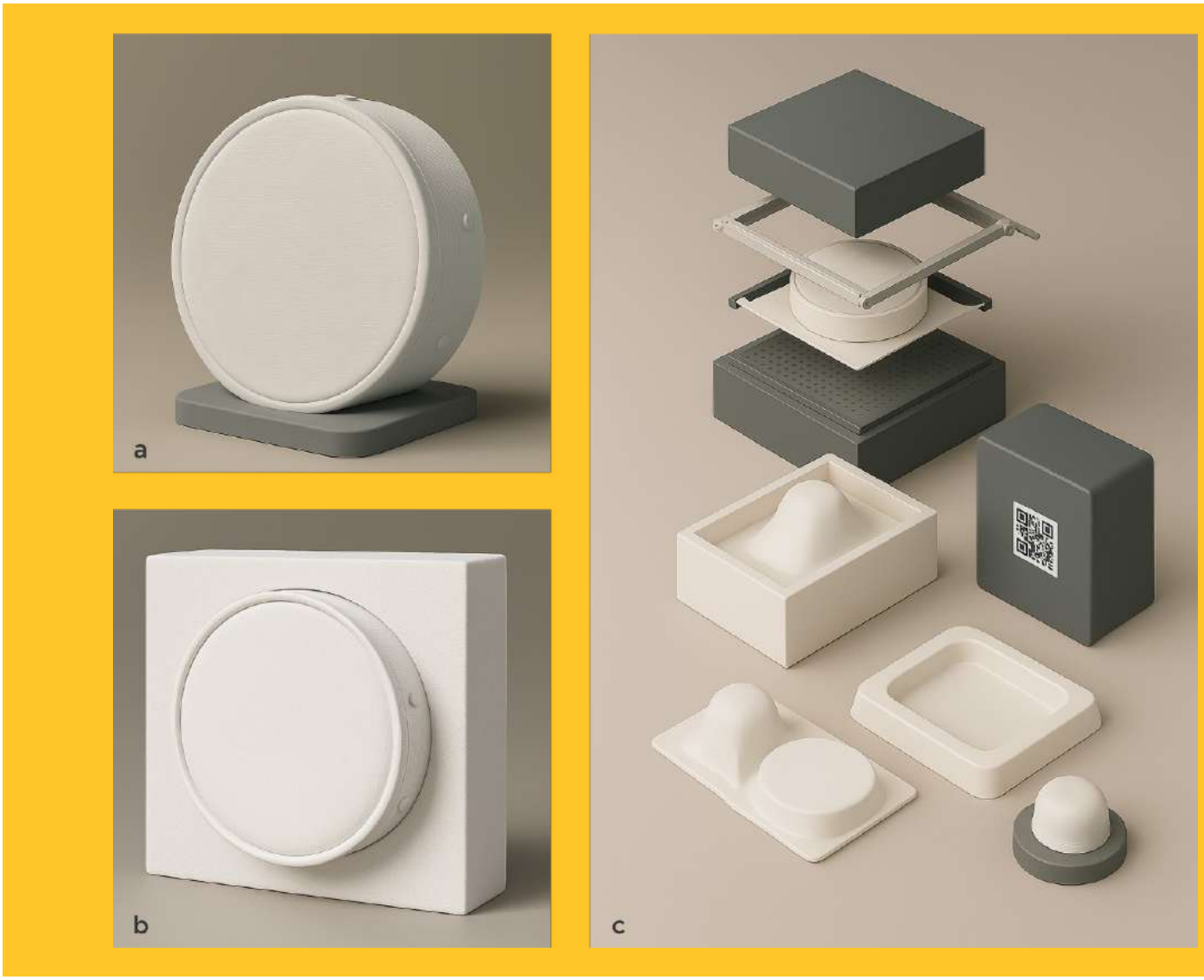
El objetivo fue diseñar un sistema de protección que permitiera acomodar la pieza de forma estable y segura, sin ejercer presión directa. Se diseñaron dos elementos principales: un soporte inferior y una cubierta protectora superior, ambos ajustados al volumen digitalizado de la media esfera.

Durante esta etapa se establecieron:

- Criterios geométricos para evitar zonas de presión o fricción.
- Puntos de contacto distribuidos para soportar el objeto por gravedad.
- Zonas amortiguadas para recibir materiales intermedios (como sintético no tejido o goma EVA).
- Tolerancias de fabricación, considerando futuras técnicas de impresión 3D o termoformado.

Este modelo digital fue concebido como una versión teórica validable, desde donde se derivarían decisiones posteriores para pruebas físicas. Ningún componente fue construido en esta fase; el foco se mantuvo en el diseño estructural basado en los principios de conservación preventiva, reversibilidad y estabilidad dimensional.

Figura 25
Diseño estructural digital del sistema de embalaje individualizado



Composición gráfica que representa distintas fases del diseño estructural digital del embalaje. De izquierda a derecha y de arriba abajo: (1) simulación de la pieza escaneada como modelo 3D impreso, colocada sobre una base de soporte, (2) modelado del bloque de Ethafoam con cavidad adaptada al volumen del objeto, (3) prototipos digitales de soluciones de termoformado, con capas diferenciadas, materiales diversos y cavidades individuales ajustadas al contorno del objeto. Estas vistas constituyen una aproximación teórica al diseño funcional, orientada a validar criterios de conservación preventiva, reversibilidad, amortiguación y estabilidad dimensional antes de ejecutar pruebas físicas. / © Alan Gómez.

2.4.4 Ensayos Funcionales y Ajustes Operativos

Una vez finalizado el diseño digital del prototipo, se procedió a realizar ensayos preliminares en taller para poner a prueba los criterios estructurales definidos en el modelo. Estas pruebas funcionales no buscaron aún producir un embalaje final, sino evaluar el comportamiento real de los materiales y las formas propuestas bajo condiciones físicas controladas.

Se trabajó principalmente con fragmentos de estireno, goma EVA y Ethafoam®, utilizando cortes a escala reducida y técnicas de termoformado para reproducir zonas clave del diseño estructural, como curvas complejas, bordes de encaje y puntos de contacto volumétrico.

Durante esta fase se observaron aspectos como:

- Flexibilidad y deformación localizada en zonas curvas.
- Resistencia estructural en márgenes expuestos.
- Comportamiento de materiales moldeados al calor y su respuesta a la geometría del objeto.

Estos resultados permitieron ajustar varios parámetros del diseño:

- Aumento de tolerancias en zonas sensibles al encaje.
- Inclusión de refuerzos estructurales discretos.
- Revisión de las zonas de ventilación pasiva y amortiguamiento.
- Asimismo, se validaron aspectos ético-técnicos como:
- El uso exclusivo de materiales reversibles y no abrasivos.
- La posibilidad de ensamblar y desmontar el embalaje sin necesidad de adhesivos permanentes.

Toda esta experimentación fue documentada en fichas técnicas, bitácoras y registros fotográficos, y los resultados fueron compartidos con especialistas en conservación preventiva y diseño estructural, cuyas observaciones ayudaron a refinar criterios para una futura producción a escala real.

Figura 26
Ensayo de termoformado con falla estructural en goma EVA



Registro visual del equipo de termoformado durante una prueba funcional con goma EVA, en la cual el material presentó una fractura visible debido a su incapacidad para resistir la deformación térmica inducida por el molde. Este resultado permitió identificar límites críticos en cuanto a espesor, temperatura y geometría del material, aportando datos fundamentales para el ajuste de tolerancias y el rediseño de zonas sensibles en el sistema de embalaje. La prueba formó parte del conjunto de ensayos exploratorios destinados a validar aspectos técnicos y operativos del prototipo en condiciones de taller. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx

2.4.5 Evaluación Preliminar y Validación Técnica

Aunque el prototipo completo del embalaje aún no ha sido producido en su forma final, los resultados obtenidos en las fases de diseño digital y pruebas físicas permitieron establecer una base metodológica sólida y técnicamente viable. Esta propuesta fue sometida a revisión con el acompañamiento de docentes, técnicos del Taller de Plásticos de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx, y asesores externos vinculados al campo de la conservación.

Figura 27
Validación técnica del termoformado en sesión de análisis interdisciplinaria



Registro documental de una sesión de evaluación técnica en el Taller de Plásticos de la FAD-UAEMéx, realizada como parte del proceso de validación del prototipo de embalaje. Durante el ejercicio se analizaron los resultados de una prueba de termoformado, valorando la fidelidad volumétrica del molde, la estabilidad estructural del material y la viabilidad operativa del diseño. La sesión contó con la participación de un integrante del comité tutorial, quien brindó acompañamiento directo y recomendaciones sobre criterios técnicos aplicables a futuras fases de producción y ajuste. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

Durante estas sesiones se analizaron criterios como:

- Estabilidad estructural del diseño
- Facilidad de manipulación y transporte
- Posibilidad de adaptación a otras piezas de morfología similar
- Adecuación de los materiales propuestos a los principios de conservación preventiva

Las observaciones derivadas de estos encuentros permitieron validar parcialmente el modelo estructural, haciendo énfasis en su viabilidad técnica, aceptabilidad ética y potencial de replicabilidad institucional. En particular, se destacó el valor de haber generado un proceso sistematizado que puede adaptarse a otras necesidades museográficas con ajustes mínimos.

Además, se reconoció que el proyecto aporta una ruta de trabajo reproducible, que integra la captura y procesamiento digital obteniendo la documentación tridimensional, modelado estructural, selección técnica de materiales y validación técnica colaborativa.

Todos los avances fueron documentados mediante registros gráficos, planos técnicos y modelos digitales, dejando abierta la posibilidad de que el embalaje final sea producido, evaluado y ajustado por otras instituciones que compartan contextos similares de conservación y manejo del acervo.

2.5 Resultados Obtenidos y Hallazgos Relevantes

Esta sección presenta los resultados obtenidos tras la implementación del modelo metodológico descrito en los apartados anteriores. A través del escaneo tridimensional, el modelado digital, las pruebas funcionales con materiales seleccionados y la retroalimentación de especialistas, se identificaron hallazgos relevantes que permiten evaluar la viabilidad técnica, funcional y ética del prototipo de embalaje individualizado. Los apartados siguientes organizan estos hallazgos por categorías para facilitar su interpretación y establecer las bases de su replicabilidad institucional.

2.5.1 Validación del Proceso Técnico y Funcional

El desarrollo metodológico implementado en este proyecto permitió validar, de forma preliminar, la viabilidad técnica y funcional del modelo de embalaje individualizado. A través de las fases descritas previamente —desde el escaneo tridimensional hasta las pruebas físicas con fragmentos de materiales—, se consolidaron varios aspectos críticos que confirman la pertinencia del enfoque adoptado.

Aunque el embalaje final aún no ha sido fabricado en su totalidad, los experimentos

realizados en taller y laboratorio ofrecieron evidencia suficiente para considerar el modelo como estructuralmente estable, adaptativo a la forma de la pieza y compatible con los principios de conservación preventiva. El uso de herramientas digitales, técnicas de documentación tridimensional y simulaciones físicas permitió anticipar problemas comunes en el diseño de embalajes museográficos, como la presión en zonas frágiles, el contacto excesivo de materiales y la dificultad de manipulación.

Asimismo, se comprobó que el prototipo es modificable según las características de otras piezas, lo que refuerza la flexibilidad del método y su potencial de aplicación más allá del estudio de caso específico. Esta validación funcional parcial sustenta el avance del proyecto hacia su futura implementación física en contexto de conservación real.

Figura 28
Ensayo de termoformado como soporte adaptado a morfología irregular



Resultado de un ensayo funcional con material termoformado, obtenido a partir de un molde negativo diseñado para replicar la base irregular de una pieza artística. Esta prueba permitió evaluar parámetros técnicos clave: la fidelidad volumétrica del molde, la estabilidad estructural del material y su capacidad de adaptación a geometrías complejas. El ejercicio consolidó la viabilidad del diseño como solución individualizada para el embalaje de objetos con morfologías no estándar, validando su potencial de aplicación en contextos reales de conservación preventiva. / © Alan Gómez.

2.5.2 Hallazgos Relevantes por Técnica

A partir de la aplicación secuencial de las técnicas descritas en el diseño del prototipo, se identificaron hallazgos significativos que contribuyen a la mejora del proceso de embalaje individualizado, desde lo tecnológico hasta lo material.

Escaneo tridimensional sin contacto; El uso del escáner FreeScan UE Pro resultó especialmente efectivo para capturar con alta precisión la morfología del objeto sin riesgo para su integridad física. Esta herramienta demostró ser una alternativa viable para la documentación no invasiva, lo que abre posibilidades para intervenir piezas frágiles o de geometría compleja sin requerir manipulación directa. El modelo digital obtenido fue de calidad suficiente para permitir el diseño preciso del embalaje sin necesidad de rectificación posterior en fase física.

Modelado estructural digital (CAD); La simulación computacional permitió previsualizar el comportamiento del sistema de soporte y definir zonas críticas antes de cualquier intervención material. La posibilidad de trabajar con software como Blender facilitó el diseño de un embalaje ajustado al volumen tridimensional, con canales para amortiguadores y tolerancias exactas para impresión o termoformado.

Pruebas físicas y termoformado de materiales; El estireno, la goma EVA y la espuma de polietileno reaccionaron de forma distinta ante los procedimientos de corte, calor y manipulación. Por ejemplo:

Goma EVA; buena capacidad de ajuste a formas complejas y suavidad al tacto, aunque requiere mayor espesor en zonas críticas.

Estireno; ofreció rigidez estructural, pero limitada adaptabilidad volumétrica; ideal para componentes fijos o cubiertas.

Espuma de polietileno; excelente para amortiguación y separación interna, pero necesita reforzarse en estructuras delgadas.

Estos resultados permitieron establecer criterios para la selección de materiales en función del tipo de pieza, el entorno de exposición o almacenamiento, y los requerimientos de manipulación museográfica. La combinación estratégica de estos materiales fue clave para lograr un diseño funcional sin comprometer la conservación del objeto.

Figura 29
Comparativa visual de hallazgos por técnica aplicada en el diseño del embalaje



Composición visual que sintetiza los hallazgos derivados de la aplicación secuencial de las técnicas principales empleadas en el diseño del sistema de embalaje individualizado. Registro fotográfico del objeto original (a), modelo obtenido mediante escaneo tridimensional sin contacto (b), modelado estructural generado en entorno digital (c), simulación del objeto dentro de una propuesta de embalaje (d). Este conjunto de imágenes permitió evaluar la eficacia de las herramientas utilizadas —como escaneo, modelado digital y simulación material— para definir criterios técnicos de selección de materiales, ajuste volumétrico y diseño estructural sin comprometer los principios de conservación preventiva. / © Alan Gómez.

2.5.3 Observaciones de Especialistas

Durante el desarrollo del proyecto, se contó con la participación activa de especialistas en conservación preventiva, diseño industrial y manejo de colecciones, quienes ofrecieron observaciones técnicas que enriquecieron el proceso metodológico y ayudaron a afinar criterios para la validación funcional del prototipo.

En primer lugar, los comentarios de docentes y técnicos del Taller de Plásticos de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx fueron clave para valorar la factibilidad estructural del embalaje, así como su posible adaptación a técnicas de fabricación accesibles y reversibles. Se recomendó, por ejemplo, evitar el uso de adhesivos permanentes y diseñar un sistema que pudiera ensamblarse y desmontarse sin herramientas especializadas, lo que refuerza su compatibilidad con los principios de conservación preventiva.

Figura 30
Sesión de retroalimentación técnica durante la validación del prototipo



Registro de una sesión de análisis técnico realizada con acompañamiento académico durante la fase de validación del prototipo. La imagen muestra la interacción entre un miembro del comité tutorial y el autor del proyecto, centrada en la revisión comparativa de fichas técnicas de materiales y prototipos termoformados. Esta actividad tuvo lugar en el Taller de Plásticos de la FAD-UAEMéx, y permitió evaluar, en conjunto, las propiedades físicas de los materiales seleccionados, su aplicabilidad en condiciones reales de conservación, y su compatibilidad con criterios de reversibilidad, estabilidad estructural y manipulación museográfica. / © Alan Gómez.

Por otra parte, las sesiones de retroalimentación con especialistas de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete" (ENCRyM), aportaron criterios sólidos sobre la importancia de la manipulación controlada, la documentación del proceso y la compatibilidad de materiales con diferentes contextos museográficos. Se resaltó especialmente el valor del escaneo 3D como estrategia para reducir el riesgo de daño físico y como recurso documental de largo plazo.

Algunos comentarios destacaron el potencial del prototipo no solo como solución puntual para un objeto específico, sino como base metodológica replicable en museos universitarios y en otros entornos con acervos diversos. Asimismo, se hizo énfasis en la necesidad de contemplar variables como la humedad relativa, la temperatura y los ciclos de manipulación como factores que deben ser considerados en las futuras validaciones del embalaje final.

En conjunto, estas observaciones confirmaron que el enfoque adoptado por el proyecto no solo es técnicamente viable, sino que responde a necesidades reales de instituciones que enfrentan limitaciones presupuestales, estructurales o técnicas, lo cual refuerza su pertinencia y aplicabilidad.

2.5.4 Conclusiones Sobre Viabilidad y Replicabilidad

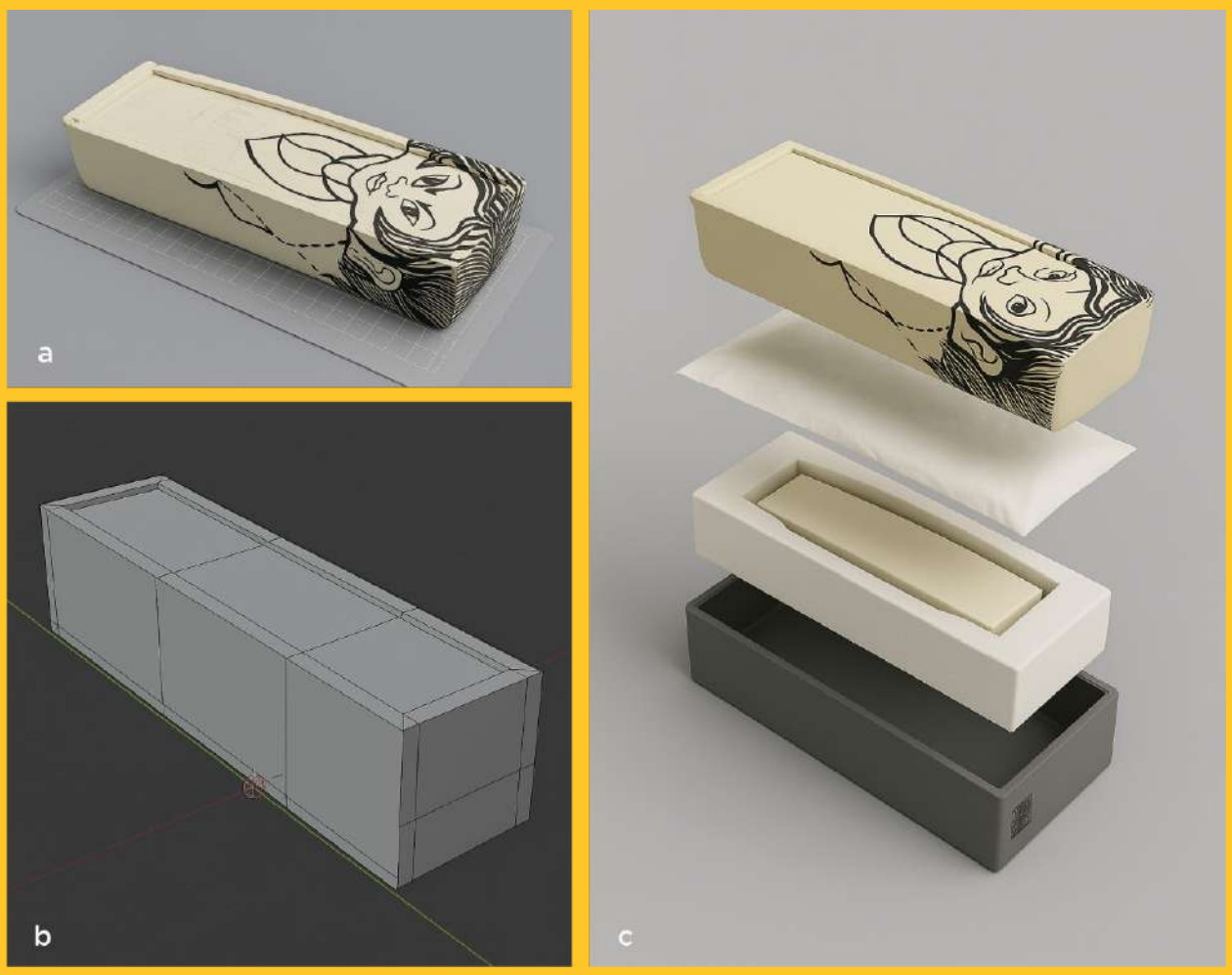
A partir de los resultados obtenidos, las pruebas técnicas y las observaciones de especialistas, puede afirmarse que el modelo metodológico desarrollado ofrece una base sólida para el diseño de embalajes individualizados, especialmente útil en contextos museográficos con recursos limitados o con necesidades de protección adaptada.

El enfoque implementado —basado en la documentación tridimensional, el análisis digital, la selección técnica de materiales y la validación mediante prototipos parciales— demostró ser escalable, éticamente sustentable y técnicamente replicable. Aunque el embalaje definitivo aún no ha sido fabricado, los criterios establecidos permiten avanzar hacia su implementación real con un alto grado de certeza operativa.

Además, los aprendizajes derivados de este estudio no se restringen únicamente al objeto analizado, sino que pueden transferirse a otros casos con morfologías irregulares, materiales frágiles o condiciones de conservación complejas. Esta flexibilidad se apoya en la posibilidad de adaptar el modelo digital, modificar los parámetros técnicos del diseño y ajustar la selección de materiales en función del objeto, el entorno y los recursos disponibles.

En síntesis, los hallazgos obtenidos refuerzan el valor de este proyecto como un aporte metodológico para la conservación preventiva, combinando tecnología accesible, criterios de diseño y solidez ética. El camino recorrido hasta este punto permite proyectar futuras fases de desarrollo, entre ellas la producción del embalaje final, su prueba en condiciones reales y la evaluación de su impacto en la conservación y manejo del acervo universitario.

Figura 31
Simulación de sistema de embalaje individualizado para objeto de geometría regular



Simulación tipo explosión que representa la aplicación del modelo metodológico a un objeto de geometría regular, utilizado como prueba de replicabilidad del sistema de embalaje individualizado. Aunque esta pieza no presenta una morfología compleja, su incorporación en el proceso permitió validar la adaptabilidad del diseño estructural y su viabilidad técnica en casos de menor complejidad formal. La composición visual refuerza el carácter modular, escalable y replicable del enfoque desarrollado, confirmando su aplicabilidad a objetos de diferentes tipologías dentro del contexto museográfico universitario. / © Alan Gómez.

2.6 Reflexión Metodológica y Transferibilidad

El proceso metodológico desarrollado en esta investigación permitió construir una ruta clara y replicable para el diseño de embalajes individualizados, basada en la integración de tecnologías tridimensionales, criterios de conservación preventiva y análisis contextual del acervo. Más allá de sus resultados específicos, este modelo aporta una forma de pensar y abordar el embalaje como un objeto técnico autónomo, que demanda el mismo grado de atención, análisis y diseño que la pieza patrimonial que contiene.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se hizo evidente que el embalaje no puede ser entendido únicamente como un recurso auxiliar o un contenedor genérico. Por el contrario, se configura como una solución de ingeniería aplicada al patrimonio cultural, que debe adaptarse a las características morfológicas, materiales y simbólicas de cada objeto. Esta concepción fue validada tanto en el plano técnico, mediante pruebas funcionales, como en el plano conceptual, a través de la formación académica especializada y el diálogo con profesionales del campo de la conservación.

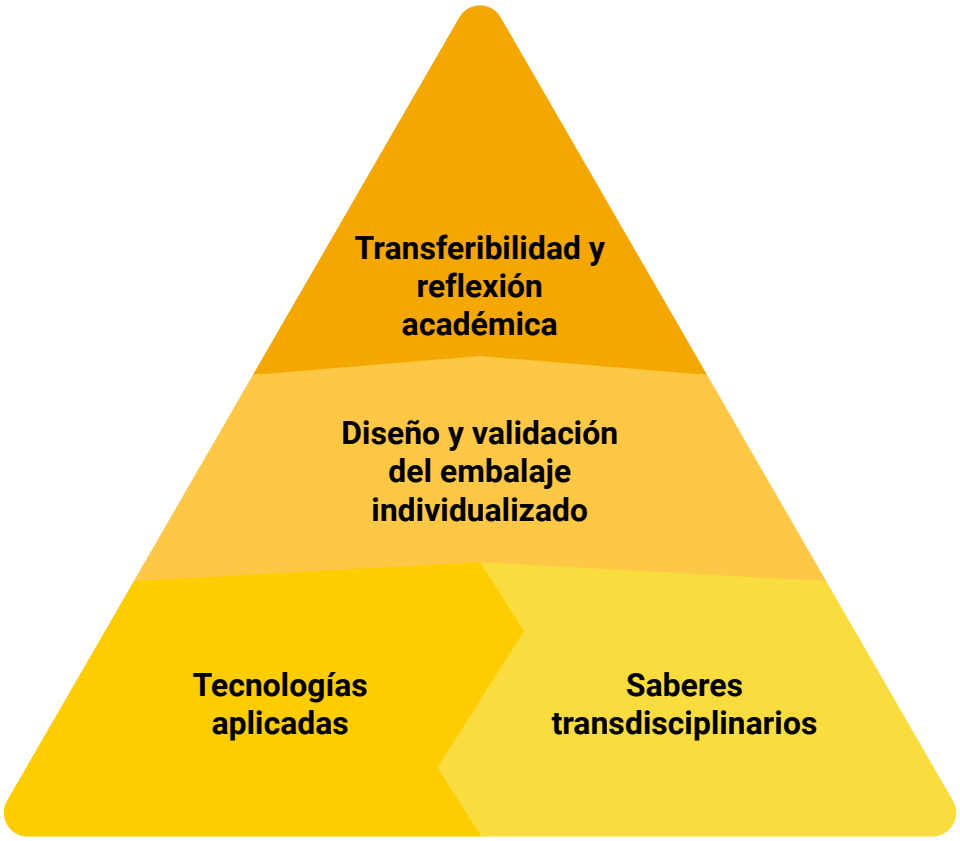
El modelo metodológico propuesto, estructurado en fases, permite su transferencia y adaptación a otros entornos museísticos, particularmente aquellos que —como los museos universitarios— presentan acervos con alto grado de heterogeneidad, recursos limitados y condiciones de almacenamiento no siempre óptimas. La versatilidad del enfoque facilita su implementación progresiva, ya sea en proyectos de documentación, conservación preventiva, diseño museográfico o movilidad de colecciones.

Asimismo, el proceso evidenció la importancia de la formación interdisciplinaria en la construcción de soluciones integrales para la conservación. La inclusión de saberes técnicos, tecnológicos y museológicos fue fundamental para lograr una metodología coherente, ética y funcional. En este sentido, la experiencia formativa en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM-INAH) aportó una base teórica y crítica que fortaleció la toma de decisiones en el diseño de la propuesta.

Aunque el embalaje final aún no ha sido materializado, la metodología desarrollada constituye un aporte significativo tanto para la práctica profesional como para la reflexión académica en torno al diseño aplicado a la conservación del patrimonio cultural. Su implementación futura permitirá validar de manera plena los supuestos planteados y, en su caso, generar nuevos aprendizajes que retroalimenten el modelo propuesto.

Figura 32

Estructura metodológica del modelo de embalaje individualizado



Representación esquemática de la estructura metodológica desarrollada durante el proyecto. La base del modelo integra dos pilares fundamentales: (1) la aplicación de tecnologías digitales y tridimensionales, y (2) la incorporación de saberes transdisciplinarios provenientes de la conservación, el diseño y la museografía. Sobre esta base se construye el proceso de diseño y validación del sistema de embalaje individualizado, cuya cúspide destaca el potencial de transferencia del modelo a otros contextos museísticos, así como su valor como herramienta de reflexión académica sobre el vínculo entre diseño técnico y conservación del patrimonio. Fuente: Elaboración propia a partir de la síntesis conceptual del modelo metodológico propuesto en este proyecto (2024).

2.7 Limitaciones y Proyección Futura del Modelo

Si bien el modelo metodológico desarrollado en este proyecto ha demostrado su viabilidad operativa, técnica y conceptual en las fases alcanzadas, es fundamental reconocer sus limitaciones actuales y los elementos que requieren ser revisados o ampliados en fases futuras. Estos aspectos no debilitan el valor del trabajo realizado; por el contrario, ofrecen una base crítica para fortalecer su implementación real y su adaptabilidad institucional.

Una de las principales limitaciones identificadas es la ausencia de una validación funcional en condiciones reales de uso, es decir, en contextos de almacenamiento o traslado dentro del entorno museístico. Aunque se han realizado simulaciones parciales y ensayos preliminares, aún no se ha producido el embalaje final en sus materiales definitivos, lo que impide evaluar variables como la resistencia estructural frente al uso prolongado, la respuesta de los materiales ante cambios ambientales o el desempeño durante la manipulación cotidiana por parte del personal del museo.

Asimismo, la validación técnica estuvo centrada en un solo objeto de estudio, lo que si bien permitió una exploración profunda, limita la generalización inmediata del modelo. La aplicación de esta metodología a otras piezas —con formas, materiales o niveles de fragilidad distintos— requerirá ajustes puntuales en cada etapa del proceso, lo que representa una oportunidad para seguir perfeccionando el enfoque y evaluar su flexibilidad real.

En términos institucionales, también debe reconocerse que la implementación del modelo en museos universitarios o públicos puede verse condicionada por factores estructurales como la disponibilidad de equipo tecnológico, la capacitación del personal y los tiempos asignados a tareas de conservación preventiva. Esto plantea la necesidad de fortalecer la formación técnica del equipo museístico, así como de diseñar versiones simplificadas o colaborativas del modelo para facilitar su adopción en contextos con recursos limitados.

Desde un enfoque más amplio, el modelo aún debe integrar herramientas de evaluación cuantitativa, que permitan medir con mayor precisión los beneficios de su aplicación —reducción de daños, eficiencia en manipulación o tiempo de montaje—. La incorporación de métricas de impacto contribuirá no solo a validar su efectividad, sino también a justificar su implementación institucional.

Es decir, en términos de proyección futura, el modelo ofrece una plataforma versátil para nuevas líneas de investigación, tales como el diseño de embalajes inteligentes, el uso de materiales biocompatibles o reciclables, o la vinculación con tecnologías emergentes como sensores de humedad avanzados o seguimiento por RFID. También abre posibilidades para generar protocolos de formación académica en torno al diseño aplicado a la conservación, contribuyendo así al fortalecimiento de competencias profesionales en este campo.

Figura 33

Del diagnóstico a la proyección: Horizonte de investigación aplicada en embalajes Individualizados

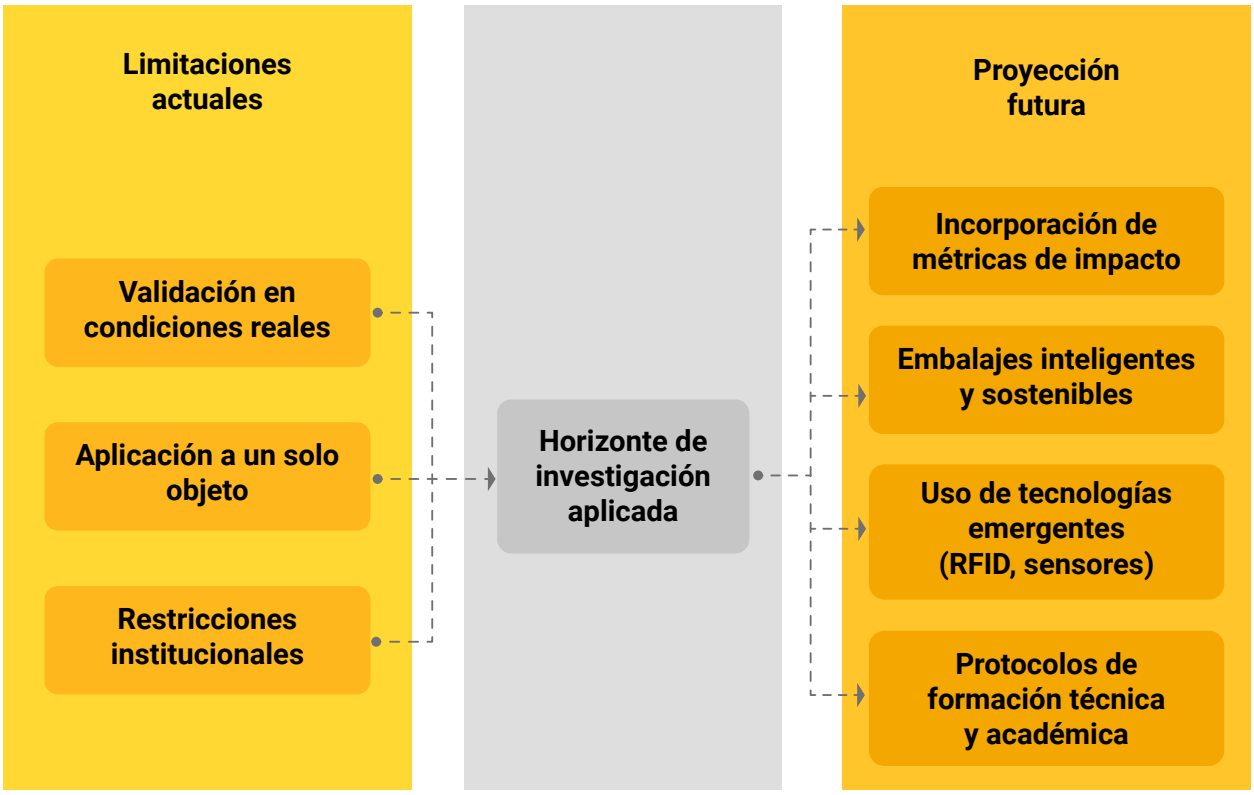


Diagrama que representa la relación entre las limitaciones actuales del modelo metodológico desarrollado y las oportunidades de evolución proyectadas hacia nuevas fases de investigación aplicada. El eje central, identificado como "horizonte de investigación aplicada", actúa como un punto de transición entre las restricciones técnicas, operativas e institucionales enfrentadas hasta ahora, y las posibles líneas de desarrollo futuro. Estas incluyen la incorporación de métricas de impacto, el uso de tecnologías emergentes (como sensores o RFID), el diseño de embalajes inteligentes y sostenibles, y la generación de protocolos formativos que fortalezcan las capacidades académicas y profesionales en conservación preventiva. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de resultados del proyecto y su proyección metodológica (2024).

2.8 Evaluación Preliminar, Seguimiento y Visualización

Además del desarrollo metodológico y técnico, el proyecto integró acciones complementarias orientadas a la evaluación preliminar, el seguimiento institucional y la visualización de resultados, con el propósito de fortalecer su aplicabilidad y proyección en contextos museísticos reales.

Una de las actividades destacadas fue la documentación de pruebas realizadas en el Laboratorio de Realidad Virtual de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx. Estas sesiones permitieron explorar modelos tridimensionales del embalaje propuesto y evaluar su comportamiento en entornos simulados. Se llevaron a cabo pruebas de ajuste, rotación, ensamblaje y estabilidad estructural, generando insumos gráficos y técnicos que respaldaron decisiones operativas. Las imágenes obtenidas evidencian la colaboración interdisciplinaria entre áreas especializadas.

Asimismo, se incorporó el análisis de un caso previamente desarrollado; el embalaje de una momia del acervo del MUHN-UAEMéx. Esta solución museográfica, basada en contenedores de protección con envolventes, garantiza estabilidad térmica, soporte estructural y facilidad de manipulación. Su incorporación permitió contrastar enfoques y afinar los criterios técnicos del modelo propuesto.

Además, se llevaron a cabo sesiones de retroalimentación con especialistas en conservación preventiva, diseño y museografía, quienes revisaron los avances y ofrecieron sugerencias para el fortalecimiento técnico del prototipo. Esta interacción consolidó el modelo como una propuesta abierta, flexible y con potencial de aplicación en otros contextos institucionales.

Finalmente, el proyecto contempló estrategias de divulgación académica como parte del seguimiento integral. Algunos avances se presentaron en clases, seminarios y espacios de reflexión crítica dentro de la ENCRyM, así como en actividades académicas en las Facultades de Artes y Humanidades de la UAEMéx. Estos foros permitieron poner a prueba los fundamentos teóricos y técnicos del modelo, propiciando el diálogo transdisciplinario y la crítica especializada.

Estas acciones fortalecieron no solo la aplicabilidad del modelo, sino también su dimensión formativa e institucional. La articulación entre avances técnicos, análisis comparativos y espacios de reflexión académica consolidó el carácter evolutivo y adaptable de la propuesta metodológica, la cual se proyecta hacia su validación integral en contextos museísticos reales.

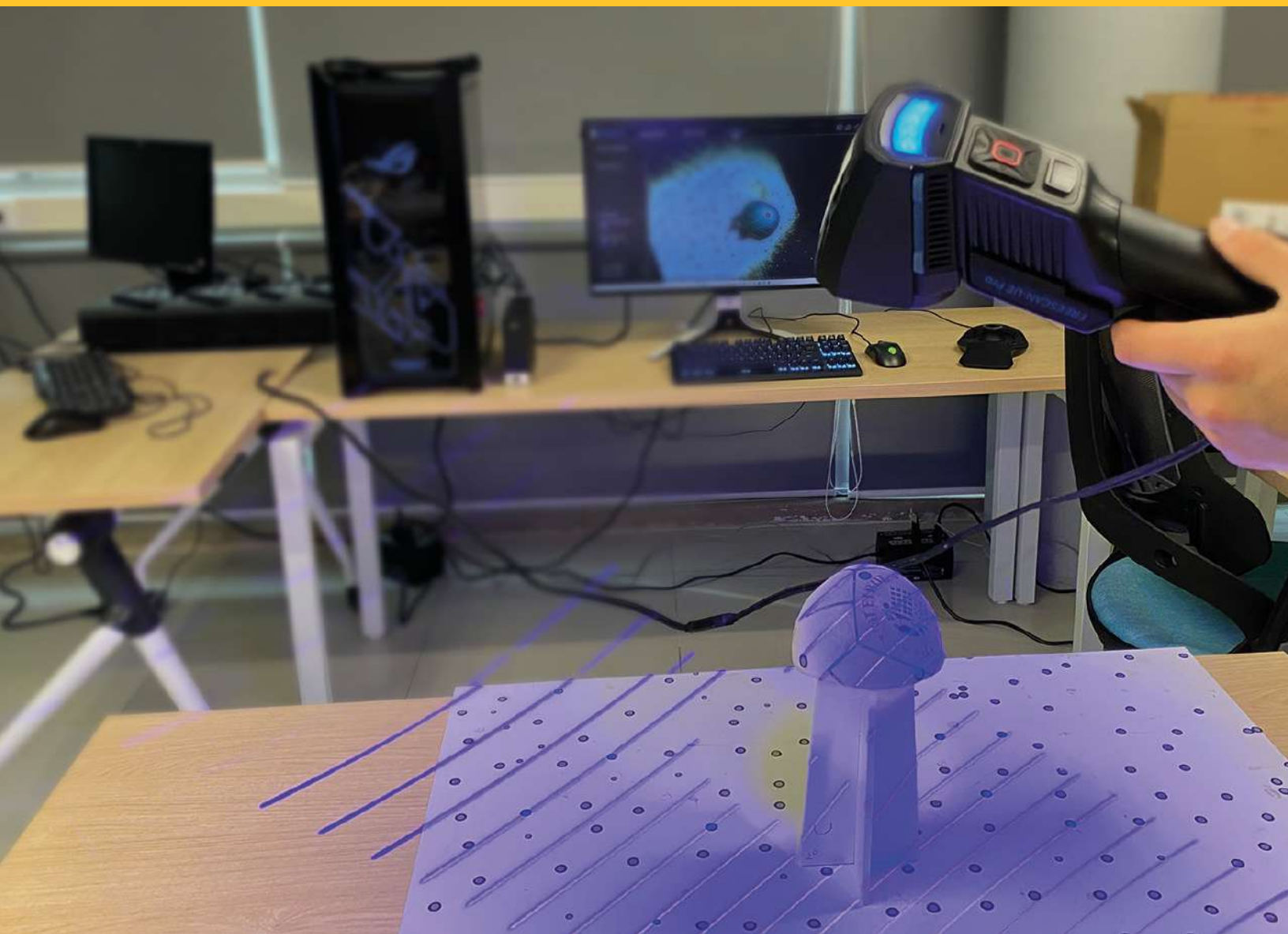
En conjunto, el desarrollo metodológico presentado en este capítulo configura una ruta integral, progresiva y sustentada para el diseño de embalajes individualizados en museos universitarios. A través de fases articuladas, técnicas interdisciplinarias y validaciones colaborativas, se establece una propuesta viable tanto en lo técnico como en lo ético. Aunque aún en fase preliminar, el modelo desarrollado sienta las bases necesarias para su implementación real, tema que se aborda en el capítulo siguiente.

Figura 34
Ejemplo de embalaje museográfico con envolvente para conservación y exhibición



Imagen del embalaje de una momia perteneciente al acervo del Museo Universitario de Historia Natural "Dr. Manuel M. Villada" de la UAEMéx. La pieza se encuentra alojada en un contenedor de protección especialmente diseñado con envolventes, lo que permite su conservación mediante control térmico, estabilidad estructural y reducción del contacto directo. Esta solución museográfica permite la doble función de exhibición y preservación, constituyéndose como un referente práctico de conservación preventiva para objetos de alta fragilidad y valor histórico. El caso sirvió como contraste metodológico para afinar criterios en el modelo propuesto de embalaje individualizado. © Alan Gómez. Fotografía propia tomada en el MUHN-UAEMéx (2024).

3 Proceso Integral de Diseño de Embalaje para la Conservación de Acervos Universitarios



Los resultados obtenidos permiten afirmar que la combinación de estas técnicas favorece un enfoque adaptativo y ético de la conservación

PÁGINA ANTERIOR:
Escaneo 3D del objeto de estudio

Proceso de captura del objeto de estudio con escáner 3D (primer plano) y monitoreo del modelo digital en pantalla (fondo). / © Alan Gómez. Fotografía tomada en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD), Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

3 Proceso Integral de Diseño de Embalaje para la Conservación de Acervos Universitarios

3.1 Etapas de Desarrollo del Proceso de Diseño del Sistema de Embalaje

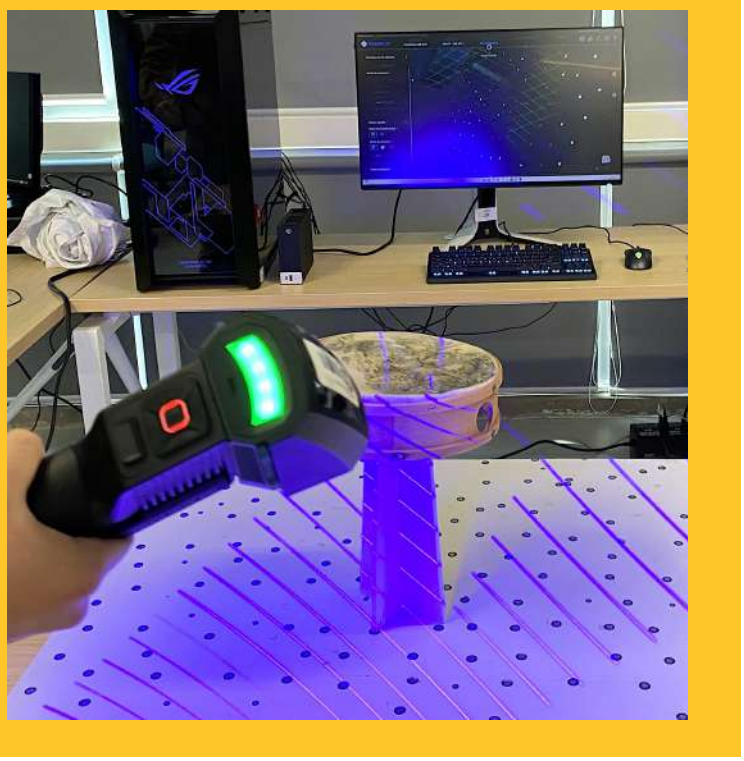
El diseño de embalaje para la conservación de acervos universitarios es un proceso complejo y meticuloso que abarca desde la investigación preliminar hasta la implementación y documentación final. Cada etapa busca no solo garantizar la protección y preservación de las piezas, sino también optimizar los recursos y asegurar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. El uso de tecnologías avanzadas, como el escaneo y la impresión 3D, permite una personalización precisa y una protección adaptada a las necesidades específicas de cada pieza.

Figura 35
Investigación y análisis preliminar en la conservación de piezas patrimoniales



El proceso de análisis preliminar involucra la evaluación cuidadosa de las características físicas y condiciones de las piezas, como su peso, dimensiones y fragilidad, para asegurar un manejo y conservación adecuados. Expertos en conservación y diseño colaboran para establecer los parámetros de embalaje más efectivos, contribuyendo al desarrollo de soluciones personalizadas para la protección y preservación del patrimonio cultural. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en el MULF-UAEMéx.

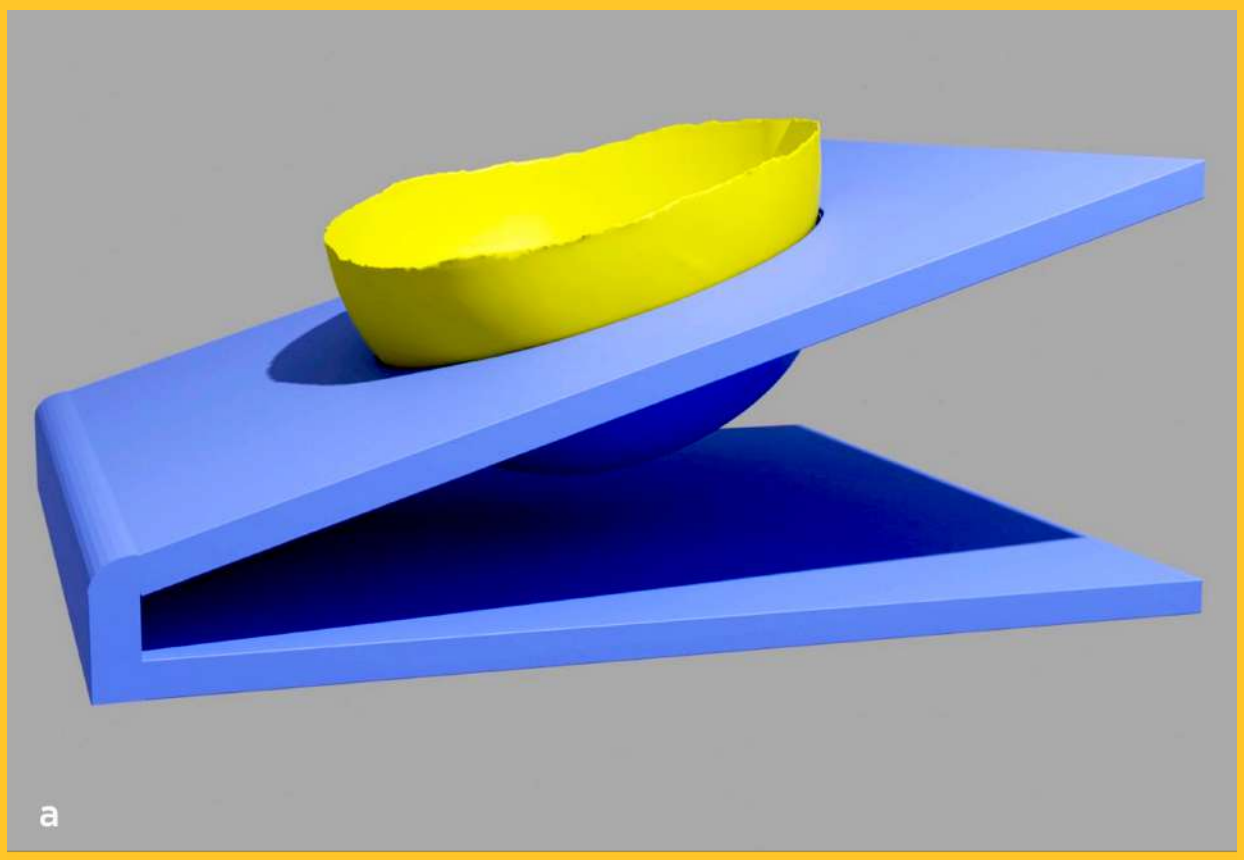
Figura 36
Proceso de digitalización con escáner 3D

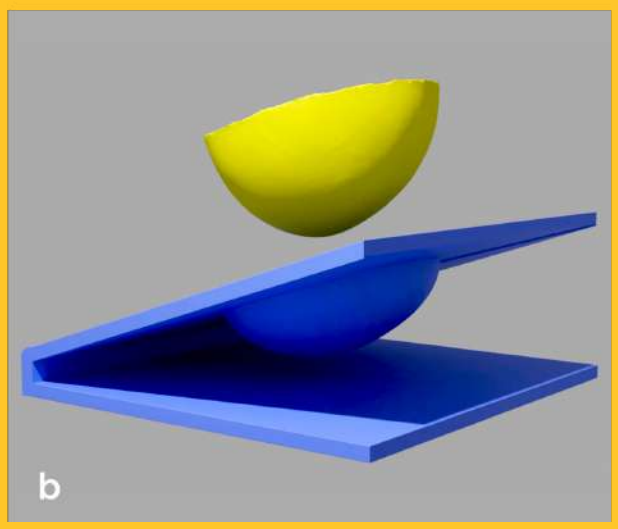


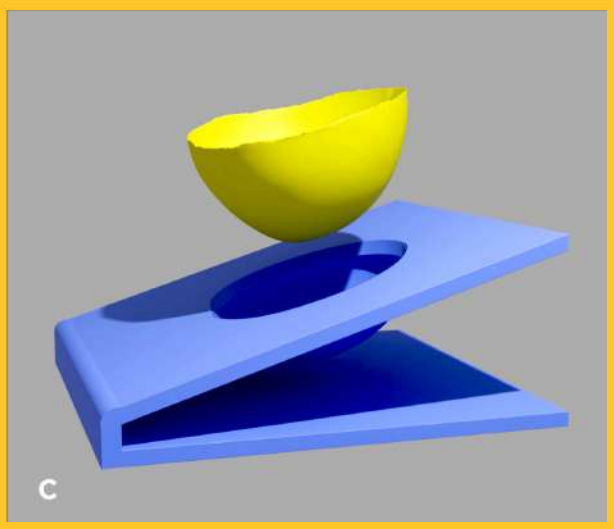
Digitalización de una pieza mediante un escáner 3D de alta resolución. El proceso se optimiza con el uso de un soporte auxiliar, garantizando una captura de datos precisa y detallada. Este paso es esencial para la creación de prototipos virtuales y ajustes previos al diseño de embalaje, mejorando la eficiencia y reduciendo la necesidad de pruebas físicas. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD), Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Investigación y Análisis Preliminar. La fase inicial del proceso implica un estudio detallado de las características de las piezas a conservar. Este análisis abarca la evaluación de dimensiones, peso, nivel de fragilidad y condiciones ambientales necesarias para su adecuada conservación. En esta etapa, se revisa la literatura especializada y se consulta con expertos en conservación, diseño, museografía, curaduría y áreas involucradas para definir los parámetros que guiarán el desarrollo del embalaje. La recopilación de estos datos es fundamental para formular hipótesis y propuestas de solución adaptadas a las necesidades específicas de las piezas o colecciones.

Digitalización y Prototipos Virtuales. Una vez seleccionada la pieza y completados los trámites administrativos pertinentes, se procede a la digitalización mediante un escáner 3D de alta resolución. Para optimizar la precisión del proceso, se puede diseñar un soporte auxiliar que facilite la captura de datos. A continuación, se realiza la fusión de las distintas lecturas digitales con software especializado, generando un modelo tridimensional exacto. Este modelo digital permite simular y ajustar soluciones de embalaje sin necesidad de pruebas físicas iniciales, optimizando recursos y tiempo.


a


b


c

PAGINA ANTERIOR:

Figura 37
Simulación digital de prototipo para exhibición y resguardo individualizado

Simulación tridimensional del prototipo diseñado para el soporte individualizado de boceto sobre media pelota de vinil, objeto de estudio del proyecto de investigación perteneciente al MULF-UAEMéx. En la vista (a) se muestra el volumen de la pieza (en amarillo) y la estructura del soporte (en azul) que permite tanto su exhibición como su resguardo. La vista (b) presenta la parte trasera, destacando la forma convexa del soporte, mientras que la vista (c) muestra el perfil lateral, donde se aprecia la forma cóncava que permite un ajuste preciso del objeto. La pieza aparece suspendida para visualizar claramente el principio de sujeción y alojamiento. Este diseño cumple una doble función: como base expositiva y como horma para su conservación preventiva. / Diseño Alan Gómez. Modelado Arturo San Juan.

Simulación y Pruebas de Prototipos. El siguiente paso es la simulación del diseño de embalaje mediante programas de modelado 3D, garantizando que el embalaje cumpla con las funciones esenciales de protección durante el almacenamiento, traslado, exhibición y manipulación de la pieza. Una vez validada la solución digital, se imprime un prototipo en 3D que permite realizar simulaciones físicas y pruebas destructivas sin poner en riesgo la pieza original. Las pruebas de resistencia, estabilidad y control de humedad son fundamentales para confirmar la eficacia del diseño. Los resultados obtenidos se documentan y se efectúan ajustes cuando es necesario, trabajando en colaboración con expertos en materiales y conservación.

Fabricación del Embalaje Final. Después de validar los prototipos y realizar los ajustes pertinentes, se procede a la fabricación del embalaje definitivo. Este se diseña de manera modular para maximizar su reutilización y adaptabilidad a otras piezas, contribuyendo a un proyecto más sostenible. Los componentes clave del embalaje incluyen:

- Envoltura, Una primera capa de material sintético no tejido que actúa como barrera contra el polvo y la humedad.
- Receptor, Espuma de polietileno que absorbe impactos y protege la pieza de vibraciones.
- Contenedor, Materiales como el corrugado de polietileno (Coplast) o estireno proporcionan soporte estructural.
- Caja Máster, Fabricada en madera plástica a partir de PET reciclado, refuerza la protección externa y fomenta la sostenibilidad. Las molduras y esquineros de aluminio, así como las manijas y seguros metálicos, mejoran la estabilidad y facilitan su manipulación.
- El sistema de embalaje puede incluir exhibidores integrados y otros componentes necesarios para una presentación adecuada en exhibiciones.

A continuación, se expone un esquema visual del conjunto del embalaje final. Sin embargo, para una descripción técnica más amplia sobre la estructura funcional de cada componente y su función específica dentro del sistema integral de conservación preventiva, se remite al apartado Sistema de embalaje: Componentes y estructura funcional contenido en el sub capítulo 3.7

PÁGINA SIGUIENTE:

Figura 38

Proceso de ensamblaje del sistema de embalaje modular para conservación

Diagrama que muestra la composición del embalaje definitivo tras la validación de prototipos. Este sistema está diseñado de forma modular para permitir su reutilización y adaptación a distintas piezas del acervo.

a) Envolturas protectoras hechas de material sintético no tejido, que actúan como barrera ante polvo y humedad.

b) Receptor de goma EVA termoformada, diseñado a partir de la geometría de la pieza para absorber impactos y vibraciones.

c) Contenedor elaborado con estireno, que aporta soporte estructural.

d) Caja máster fabricada en madera plástica reciclada (PET), con refuerzos de aluminio, manijas y seguros metálicos que mejoran la protección, apilabilidad y manipulación del conjunto.

Este tipo de embalaje puede incorporar elementos adicionales como exhibidores integrados, facilitando su uso tanto para almacenamiento como para montaje en sala. / © Alan Gómez.

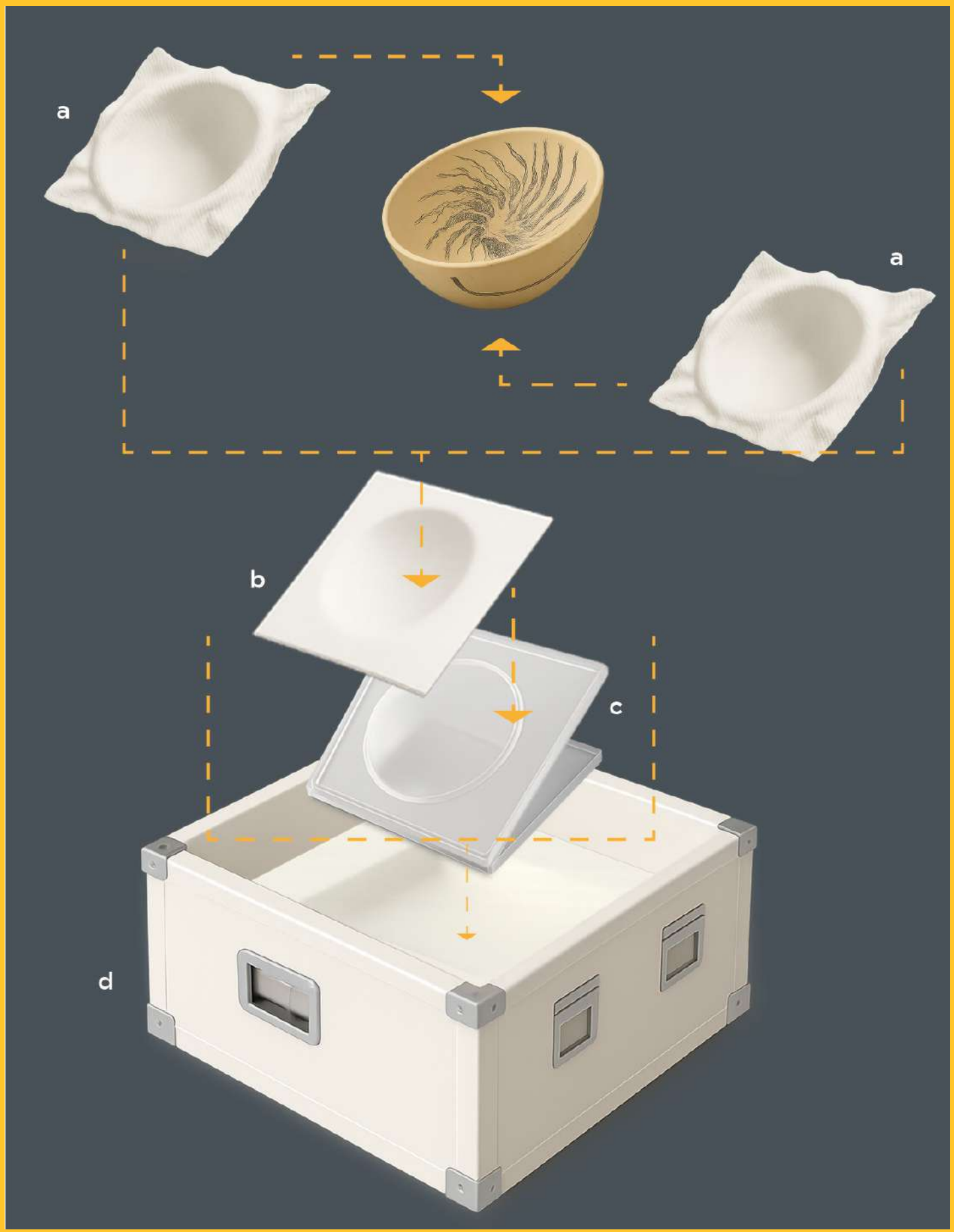
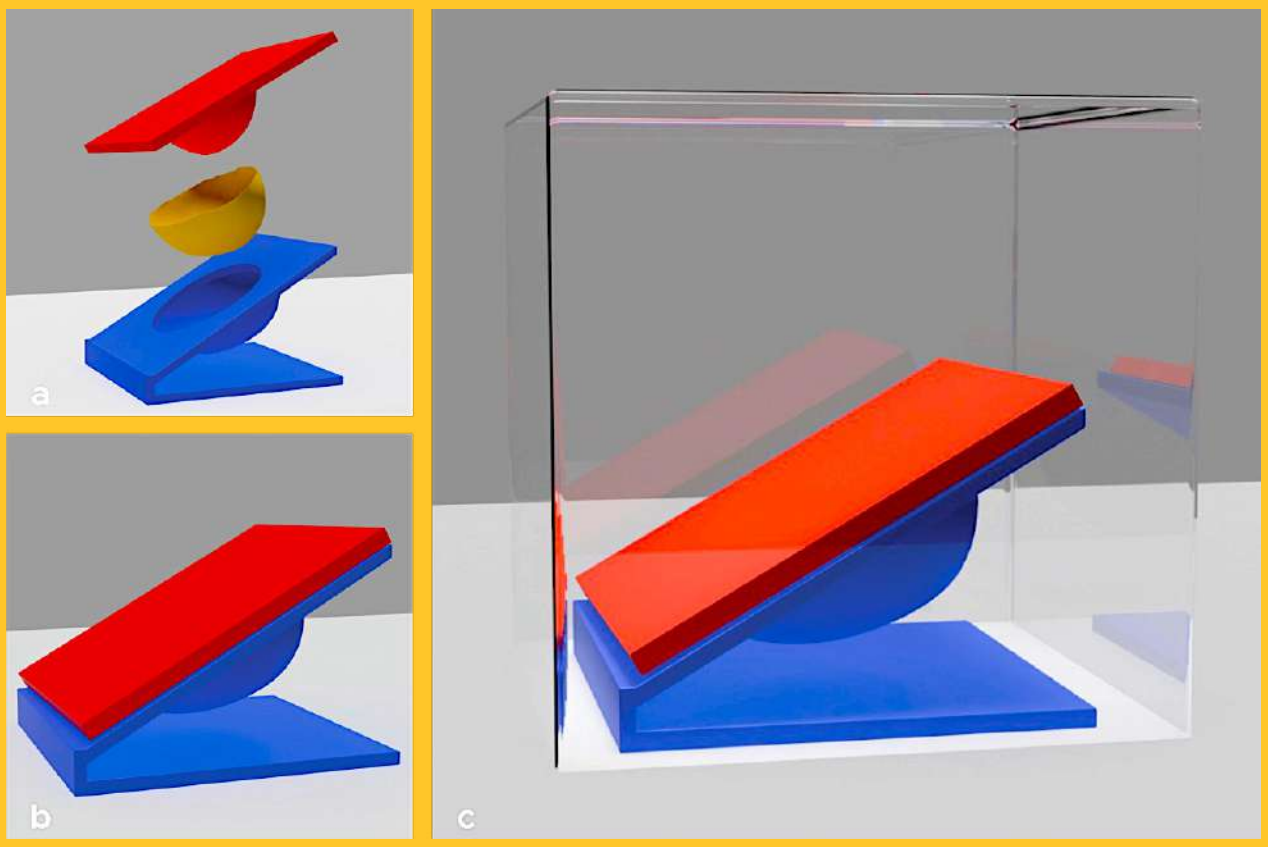

a
a
b
c
d

Figura 39
Diseño de embalaje multifuncional para conservación y exhibición



Serie de simulaciones digitales que ilustran un sistema de embalaje individualizado con funciones combinadas de soporte, horma y exhibición para el boceto sobre media pelota de vinil, objeto de estudio perteneciente al MULF-UAEMéx. En (a) se observa la dispersión del conjunto: la pieza (en amarillo), el soporte base (en azul) con forma cóncava, y la horma superior (en rojo) que encapsula el objeto durante el resguardo. En (b) se muestra el conjunto ensamblado desde una vista lateral, destacando su función como embalaje de conservación. En (c) se presenta la misma estructura protegida por un capelo transparente. El diseño permite contener todos los elementos de forma modular en una caja máster, facilitando su almacenamiento, traslado y montaje en sala. / Diseño Alan Gómez. Modelado Arturo San Juan.

Implementación de Tecnología 3D. La incorporación de tecnologías 3D es un aspecto clave del proceso. Desde el escaneo inicial que captura cada detalle de la pieza hasta la impresión del prototipo, estas tecnologías permiten un nivel de personalización y precisión que los métodos tradicionales no ofrecen. La impresión 3D posibilita la creación de estructuras complejas adaptadas a las formas y características específicas de cada objeto, optimizando la protección y funcionalidad del embalaje.

Productos y Ajustes. El diseño de embalaje es propiamente iterativo. Las pruebas y simulaciones permiten realizar ajustes necesarios para asegurar que el embalaje cumpla con los más altos estándares de conservación y seguridad. Esta etapa se lleva a cabo en colaboración con expertos en conservación garantizando la validez y eficacia del diseño final. **Documentación y Procedimientos**. Cada etapa del proceso de diseño se documenta rigurosamente, creando un registro detallado que asegura el apego a los protocolos y facilita replicar el proceso en proyectos futuros. La elaboración de manuales de uso y guías técnicas permite que otros profesionales en el campo de la conservación puedan adoptar y adaptar las soluciones propuestas.

Por lo tanto, el desarrollo de un embalaje que cumpla con los requerimientos de conservación y protección es esencial para preservar el patrimonio cultural universitario. Este proceso no solo requiere habilidades técnicas avanzadas, sino también un enfoque transdisciplinario que garantice la precisión y el cuidado en cada etapa. Las experiencias y conocimientos adquiridos a lo largo de este proyecto proporcionan un modelo de referencia que puede aplicarse para mejorar las prácticas de conservación en museos universitarios y en la conservación en general.

Mejoras y Tecnología Integrada. Para optimizar el sistema de embalaje, se ha considerado la integración de sensores que monitorean en tiempo real las condiciones climáticas internas. Estos sensores proporcionan datos sobre temperatura, humedad y movimiento, permitiendo una respuesta inmediata y decisiones informadas para la conservación de las piezas, reforzando así el compromiso con la conservación preventiva y la sostenibilidad.

3.2 Experimentación como Solución para el Diseño de una Estructura de Soporte

El acervo universitario es una fuente de información que contempla distintos ámbitos del conocimiento, por lo que requiere ser conservado, para el caso específico de un acervo que requiere implementar una estructura de soporte, el problema de diseño se enfoca en encontrar una solución que permita la estabilidad de cada una de las piezas, ya que para cada caso se requiere una solución específica.

Es así como la relevancia para generar un proceso de diseño que contemple las distintas problemáticas y encuentre las diversas soluciones parte de la experimentación que se desarrolla en este capítulo y que incluye materiales, características físicas, incluyendo el escaneo, modelado, e impresión 3d.

Figura 40
Revisión y selección de piezas para el desarrollo de soportes individualizados



Vista general del proceso de evaluación de un conjunto de piezas del acervo universitario, conformado por piedras intervenidas pictóricamente por El Mtro. Leopoldo Flores. Cada objeto presenta morfologías, pesos y características físicas distintas, lo cual requiere el desarrollo de soluciones individualizadas para su soporte y conservación. Esta etapa inicial de experimentación permite identificar los retos específicos de estabilidad y contacto con superficies, y constituye la base para el posterior escaneo, modelado e impresión 3D de estructuras de soporte. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el MULF-UAEMéx.

La experimentación para la construcción de la forma implica un proceso de exploración, prueba y evaluación, con el objetivo de encontrar una o varias respuestas a una problemática de diseño, para el estudio de caso del diseño de embalaje, en específico de acervo universitario con estructura de soporte, es de suma importancia la utilización de este recurso mediante el cual la búsqueda por distintas vías permite construir diferentes propuestas como posible solución de diseño. Este proceso permite la creación tanto de prototipos físicos como digitales, utilizando diversos materiales y explorando distintas técnicas de fabricación y ensamble. De esta manera, la práctica favorece el desarrollo de un proceso creativo, orientado a la búsqueda de nuevas soluciones y enfoques desde diferentes disciplinas. Para llevar a cabo la práctica de experimentación se debe considerar un punto de partida, es decir, considerar conceptos como la forma el color y el módulo, como Wucius Wong expone "todo lo que pueda ser visto posee una forma que aporta la identificación principal en nuestra percepción" (Wong, 2011, p. 43), por lo tanto ésta no solo se refiere a lo estético sino a la función e impacto que puede tener, además "una unidad mayor puede estar hecha por dos o más módulos en relación constante" (Wong, 2011, p. 246), que para el diseño del embalaje facilitan el manejo, lo hacen flexible y adaptable a distintas situaciones al momento de almacenar el acervo.

Incluso cuando se emplea el uso del diseño bi y tridimensional se insiste en que "ambos tipos de diseño pretenden establecer una armonía y orden visual, o generar una excitación visual dotada de un propósito" (Wong, 2011, p. 238), por lo que, en el diseño de un embalaje este fundamento es de suma relevancia, considerando que el trabajo del exterior y del interior en un embalaje debe trabajar en conjunto; en otras palabras, al emplear el exterior con sus distintos planos, trazando sobre ellos una serie de códigos que permiten identificar de manera eficiente el contenido del interior y al disponer del contenedor como espacio tridimensional y este conformado por una serie de módulos que facilitan el manejo, almacenaje y protección del acervo, se crea un diseño integral que se nutre del trabajo de ambos tipos de diseño que cumple con su función de preservación.

Por consiguiente, se incorpora el uso del color como un elemento primordial para la codificación en el diseño de embalaje, ya que "cuando hay más de un color sobre una superficie, los colores formarán un esquema visual. A veces tal esquema visual puede dominar sobre la sensación producida por la textura táctil" (Wong, 2011, p. 122), en ese sentido cabe considerar lo siguiente, el color puede ser utilizado de dos modos, el primero es para indicar diferentes tipologías o clasificaciones del acervo, en segundo modo el color puede resaltar áreas importantes del embalaje, como área de sujeción, área de aseguramiento, área de accesorios, según sea el caso y la solución implementada.

Figura 41

Propuesta experimental de sistema de embalaje modular mediante maquetado en foamboard



Simulación digital de un sistema de embalaje modular diseñado con foamboard, como parte del proceso experimental para desarrollar soluciones de soporte individualizado en acervos universitarios. La imagen ilustra distintos niveles de soporte circulares, organizados a partir del principio del módulo repetitivo. Esta estrategia busca facilitar la estabilidad, distribución espacial y adaptabilidad a diferentes configuraciones del acervo. El uso del maquetado previo con materiales ligeros permite evaluar de forma rápida y económica la viabilidad formal y funcional del diseño antes de su fabricación definitiva en materiales más consistentes. Esta etapa forma parte de un proceso creativo fundamentado en la exploración, prueba y evaluación, clave en la resolución de problemas de diseño aplicados a la conservación. / © Alan Gómez.

Figura 42

Sistema de embalaje modular apilable con charolas termoformadas y amortiguación de polietileno



Simulación digital de una iteración del sistema de embalaje conformado por caja rígida de foamboard con inserto de espuma de polietileno como amortiguante y tres charolas termoformadas que funcionan como módulo de exhibición y resguardo. La configuración apilable facilita la organización, manipulación y almacenamiento eficiente del acervo. Diseño en fase de simulación; no corresponde a la versión definitiva. / © Alan Gómez.

Figura 43
Simulación digital de sistema modular de embalaje y exhibición con enfoque proyectual



Sistema de embalaje modular diseñado para cumplir funciones duales: resguardar y exhibir piezas del acervo universitario. Este sistema reduce el contacto físico directo con los objetos, minimizando el riesgo de deterioro y facilitando su manipulación por distintos tipos de usuarios, desde especialistas hasta personal de museos. La propuesta responde a un proceso de diseño iterativo basado en el método proyectual de Bruno Munari, que considera la funcionalidad, la manejabilidad, la elección del material, la forma y el color como criterios objetivos para evaluar la pertinencia de cada solución desarrollada. La imagen evidencia cómo el diseño puede traducirse en un producto claro, accesible y eficaz, que atienda tanto los requerimientos de conservación como los de accesibilidad museográfica. / © Alan Gómez.

Para abordar la problemática de diseño, el proceso mediante el cual se establece la dinámica de desarrollo está basado en lo que en su momento Bruno Munari definió como el método proyectual que "consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo" (Munari, 2004, p. 18). Dado que el análisis de la problemática indica que puede ser resuelto a partir de abordar los desafíos específicos del diseño de embalaje, en donde el diseño sea un proceso que contenga las etapas de experimentación, aprendizaje y mejora. El diseño de embalaje requiere de comprender las distintas dificultades y requerimientos para hacer posible materializar un contenedor que permita conservar el bien cultural, de ahí que se puedan requerir distintas iteraciones y ajustes a cada prototipo desarrollado.

De ahí que, en este apartado se han empleado distintos principios, todos ellos se cruzan en un punto, en este caso "el aspecto de valores objetivos, como: la funcionalidad, la manejabilidad, el color, la forma, el material con el que están construidos y similares; observando siempre si lo que se obtiene resulta acertado o equivocado según un criterio objetivo" (Munari, 2004, p. 104), del mismo modo tanto Wong como Munari coinciden en la funcionalidad y no olvidar el objetivo principal que es construir una solución acorde a las necesidades sin que el usuario pierda accesibilidad y comprensión, así que el diseño de embalaje para acervo universitario debe permitir su manejo tanto a expertos, trabajadores de museos, investigadores y a usuarios no especializados.

3.3 Aplicación de la Estereotomía como una Solución Análoga en el Diseño de Embalajes

La fabricación de prototipos físicos mediante técnicas análogas constituye una herramienta eficaz dentro del proceso de diseño, ya que permite verificar y optimizar soluciones antes de su ejecución final. En particular, la estereotomía —entendida como el arte de cortar cuerpos sólidos en formas determinadas para su ensamblaje— se emplea aquí como un método de representación tridimensional que facilita el análisis estructural y funcional del embalaje y sus componentes.

Esta técnica se ha aplicado a tres problemáticas específicas:

- La fabricación de prototipos de estructuras de soporte.
- La simulación de piezas del acervo.
- La simulación del interior del embalaje.

En el primer caso, se emplean placas de foamboard recortadas conforme a la silueta de la pieza. Para capturar esta forma con precisión, se utilizan regletas auxiliares que permiten replicar contornos complejos. Estas siluetas son transferidas al foamboard, y las placas se ensamblan por interpenetración perpendicular, generando una estructura tridimensional estable. En caso de deficiencias en el ensamble o errores en el ajuste superficial, las modificaciones se realizan directamente sobre la misma placa o, si es necesario, se realiza una nueva plantilla.

Figura 44
Prototipado análogo para la creación de estructuras de soporte en conservación de acervos



La imagen ilustra el proceso de creación de prototipos físicos mediante estereotomía como solución análoga para pruebas de soporte y simulación de embalaje en conservación. En el lado derecho se muestra el uso de una regleta auxiliar para transportar la silueta de una pieza, también se observa una placa de foamboard cortada con la silueta requerida para adaptarse a la pieza de acervo. Este método permite ajustar y mejorar la estructura antes de la fabricación final, facilitando la verificación de resistencia, durabilidad y funcionalidad. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en MULF-UAEMéx.

En el segundo caso, se construye un volumen que simula una pieza con características específicas. Este modelo permite experimentar con la creación de estructuras de soporte adaptadas, siguiendo el mismo procedimiento de corte y ensamblaje. De este modo, se puede anticipar cómo responderá un diseño de embalaje frente a las propiedades físicas y morfológicas de un objeto real.

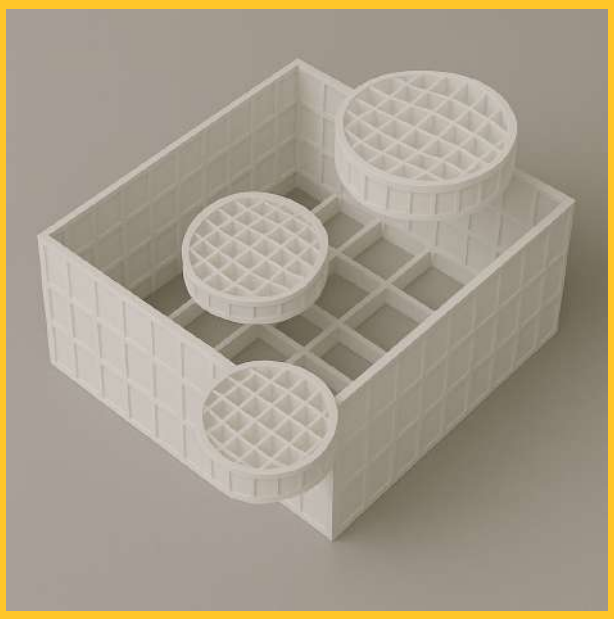
Figura 45
Simulación volumétrica para diseño de estructuras de soporte



La secuencia muestra la creación de un volumen simulado para representar una pieza con características físicas específicas. A partir de este modelo, se experimenta con distintas soluciones estructurales mediante técnicas de corte y ensamblaje. Este procedimiento permite anticipar el comportamiento del embalaje frente a las formas y requerimientos de una pieza real, facilitando el desarrollo de soportes individualizados para su conservación y exhibición. / © Alan Gómez.

El tercer caso consiste en la simulación del interior del embalaje, utilizando objetos previamente seleccionados del acervo universitario. Esto permite distribuir diversas piezas dentro de un contenedor prototipo, lo que resulta especialmente útil para desarrollar soluciones de embalaje colectivo que contemplen variabilidad dimensional, eficiencia en el almacenamiento y seguridad durante el transporte. Estas pruebas permiten evaluar factores clave como la resistencia del conjunto, la durabilidad de los materiales y la funcionalidad del sistema de conservación.

Figura 46
Modelo básico de estereotomía para la organización interna de un sistema de embalaje múltiple



La imagen muestra una simulación digital que representa una propuesta inicial de distribución modular para un contenedor de múltiples piezas. Esta aproximación permite organizar diversos objetos del acervo universitario, facilitando su conservación, manejo y almacenamiento en un mismo embalaje. La estereotomía constituye uno de los primeros pasos del diseño técnico de sistemas de contención y soporte. / © Alan Gómez.

La estereotomía permite entonces entender, replicar y ensamblar las formas tridimensionales a partir de la repetición y ajuste de cada forma bidimensional, replicando las siluetas del acervo universitario que se toma como estudio de caso, los mismos modelos se utilizan para diseñar embalajes que se ajusten a la forma de los objetos permitiendo simular un escenario de pruebas para analizar las deficiencias en la conservación, traslado, almacenaje y protección.

Figura 47
Simulación avanzada de sistema de embalaje múltiple con materiales definitivos



La imagen muestra la simulación de una propuesta final de embalaje colectivo individualizado, en la que se emplean contenedores circulares de acrílico, capas de espuma de polietileno y una caja tipo case externa. Esta simulación permite validar la viabilidad del diseño en condiciones reales, incorporando materiales compatibles para su conservación. El sistema facilita la protección, el almacenamiento y la manipulación segura de múltiples piezas, asegurando su estabilidad estructural y trazabilidad mediante la inclusión de un código QR. / © Alan Gómez.

3.4 Escaneo, Modelado e Impresión, Una Solución Digital

El proceso propuesto para el diseño de embalaje de acervo universitario con estructura de soporte está basado en tres etapas principales: el escaneo con luz, el modelado digital y la impresión 3D. Es así como estos procesos permiten optimizar tiempos y hacer más precisas las soluciones de diseño. A este conjunto de pasos lo llamaremos *proceso de digitalización para la conservación* (PDC).

Figura 48
Proceso de escaneo en la digitalización 3D de piezas de acervo

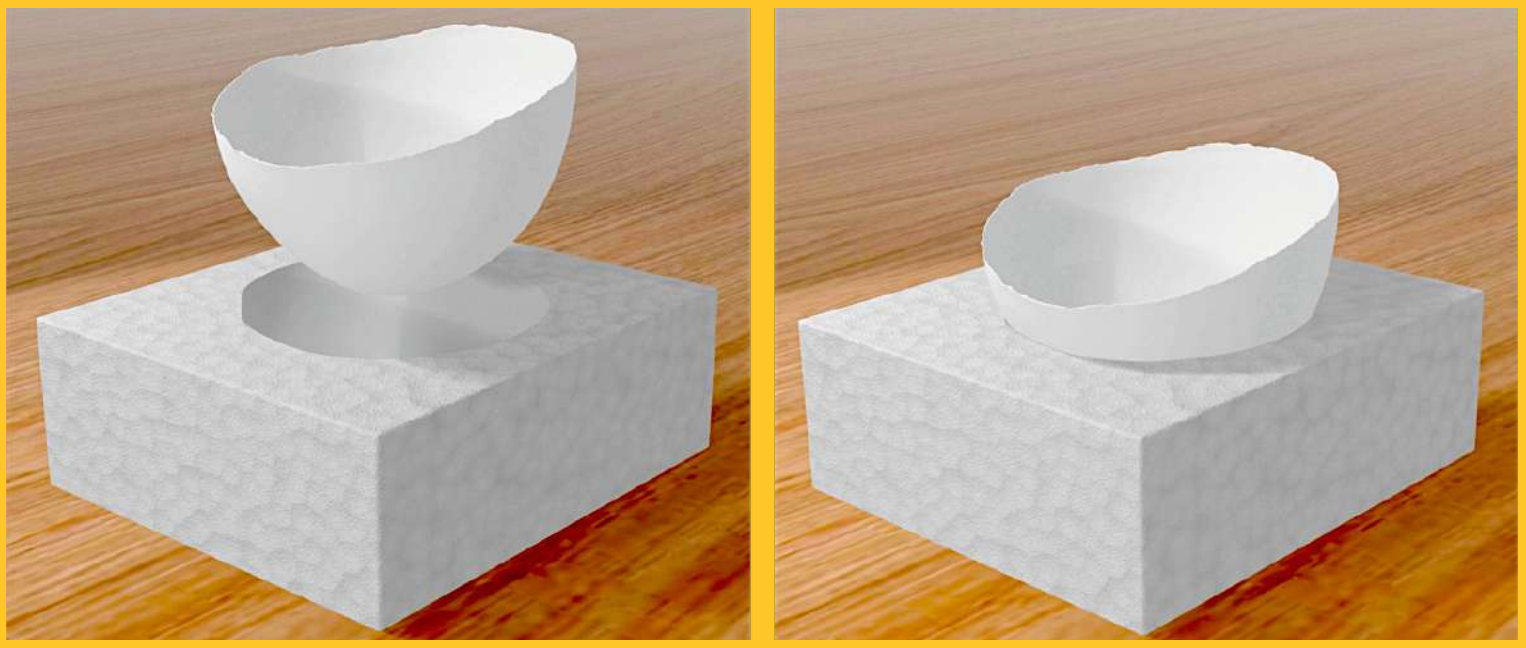


La imagen documenta el momento del escaneo tridimensional de una pieza universitaria mediante luz. Este procedimiento permite capturar con alta fidelidad la geometría y superficie del objeto, lo que constituye la base para la creación de modelos digitales precisos, fundamentales para el desarrollo de embalajes y estructuras de soporte adaptadas a cada caso. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Durante el escaneo, se registra la superficie de la pieza en imágenes tridimensionales detalladas. La tecnología de escaneo con luz permite capturar dimensiones, texturas y particularidades milimétricas, incluso en objetos de pequeño formato. Este nivel de precisión es esencial para garantizar que las soluciones de embalaje y soporte respondan fielmente a las características físicas del objeto.

Una vez completado el escaneo, la información obtenida se procesa mediante software de modelado digital en 3D. En esta etapa, se realiza el ajuste de la malla, corrigiendo errores y adaptando la estructura digital a los requerimientos del diseño. Este modelo permite simular la forma del soporte, anticipar posibles interferencias y ajustar el diseño de embalaje antes de proceder a la fabricación física. Esta fase ofrece flexibilidad para realizar iteraciones sin consumir materiales, reduciendo costos y acelerando los tiempos de desarrollo.

Figura 49
Modelado digital para simulación y prototipado en conservación de acervos



Las imágenes muestran un proceso de modelado digital de una pieza de acervo de museos universitarios donde se crean simulaciones y prototipos en un entorno virtual. Este enfoque permite evaluar y ajustar el diseño antes de proceder a la fabricación física, evitando gastos innecesarios de material y reduciendo tiempos de desarrollo. La técnica es clave en la conservación contemporánea, facilitando la planificación precisa de embalajes y soportes personalizados para piezas frágiles y únicas. / Diseño Alan Gómez. Modelado Arturo San Juan.

Posteriormente, con base en el modelo digital ajustado, se procede a la impresión 3D del prototipo físico, el cual se emplea para estabilizar la estructura de la pieza. Esta base sirve como punto de partida para diseñar el embalaje definitivo, el cual debe cumplir con criterios de conservación, manejo, resguardo y transporte seguro.

La integración de estos procesos digitales posibilita la generación de estructuras de soporte y embalajes con alto grado de adaptabilidad y funcionalidad. La precisión lograda a través del escaneo y modelado digital permite atender los requerimientos específicos de cada pieza, desde aquellas de pequeñas dimensiones hasta objetos de gran escala o difícil manipulación.

Además de sus aplicaciones en conservación, esta metodología permite la producción de réplicas fieles, útiles para fines didácticos, exhibiciones temporales o manejo por parte del público sin comprometer los originales. La estabilidad alcanzada mediante la estructura de soporte permite también la exhibición de piezas previamente excluidas, favoreciendo una lectura integral de su forma, función y valor patrimonial.

3.4.1 Del Taller al Laboratorio: Procesos de Moldeado y Escaneo 3D para el Estudio de Piezas con Requerimientos Específicos

El diseño de embalaje para acervos universitarios con tecnología 3D constituye un componente esencial en la investigación contemporánea para la conservación del patrimonio cultural. Este enfoque busca integrar técnicas prácticas y herramientas digitales para desarrollar soluciones que optimicen la protección, accesibilidad y preservación de las colecciones universitarias. En este apartado se detallan las prácticas realizadas en taller y laboratorio, así como la evaluación técnica de diversos materiales empleados en la conservación preventiva.

Prácticas Técnicas y Experimentación Aplicada. Las prácticas incluyeron sesiones en el taller de plásticos, donde se experimentó con el proceso de termoformado para la creación de estructuras protectoras adaptadas a la morfología de las piezas. Esta técnica consiste en calentar láminas plásticas hasta alcanzar su punto de maleabilidad, para luego moldearlas sobre formas o matrices que reproducen la geometría del objeto patrimonial. El resultado es un embalaje individualizado, capaz de proporcionar soporte, amortiguación y estabilidad.

Asimismo, se llevó a cabo el escaneo 3D de una pieza que requería soporte estructural. Utilizando tecnología de escaneo con luz estructurada, se obtuvo un modelo digital de alta precisión, lo que permitió diseñar soluciones de embalaje a medida mediante modelado e impresión tridimensional. Estas experiencias demostraron el potencial de las tecnologías combinadas para generar propuestas de conservación viables, eficientes y replicables.

Evaluación de Materiales y Propiedades para Conservación. Como parte de estas prácticas, se analizaron diversos materiales utilizados en embalaje, con el fin de identificar aquellos con mejores características para la conservación a largo plazo. La evaluación se centró en propiedades clave —físicas, químicas y mecánicas— tales como la resistencia al impacto,

la absorción de humedad, la durabilidad estructural y la sostenibilidad. A continuación, se detallan los materiales analizados y sus respectivas aplicaciones.

Polietileno. Se destaca por su versatilidad y resistencia. Es un plástico comúnmente utilizado en la industria de embalaje debido a su resistencia química, flexibilidad y capacidad de protección. Para este estudio, se evaluaron tres tipos de polietileno: baja densidad (LDPE), media densidad (MDPE) y alta densidad (HDPE). Cada uno de ellos presenta propiedades que los hacen útiles en diferentes aplicaciones de embalaje.

Tabla 9

Propiedades técnicas del polietileno utilizado en conservación

Propiedades técnicas	Especificaciones
Densidad	LDPE: 0.910–0.925 g/cm³; MDPE: 0.930–0.940 g/cm³; HDPE: 0.941–0.954 g/cm³
Resistencia a la tracción	Alta, especialmente en HDPE (31.7 MPa)
Absorción de agua	Muy baja (≤0.010%)
Resistencia química	Alta, excepto ante disolventes clorados o cetonas
Reciclabilidad	Alta

La tabla detalla las especificaciones técnicas del polietileno, destacando sus variaciones en densidad (LDPE, MDPE, HDPE), alta resistencia a la tracción, baja absorción de agua y excelente resistencia química, factores que lo hacen ideal para aplicaciones de embalaje y conservación de acervos. Además, su alta reciclabilidad refuerza su contribución a prácticas sostenibles en el manejo de colecciones y objetos patrimoniales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos técnicos publicados por el proveedor (consultados en 2024).

Aplicaciones en Embalaje de Acervos Universitarios

- Envoltorios y sobres: Adecuado para proteger documentos y objetos pequeños de la humedad y el polvo.
- Fundas y bolsas: Ideal para objetos más grandes, ofreciendo una barrera contra impactos y factores ambientales.

- Espuma de polietileno: Proporciona amortiguación y protección contra impactos en objetos frágiles.
- Plástico de burbuja: Útil para protección temporal de objetos en condiciones de transporte o manipulación limitada.

Figura 50
Variaciones de polietileno utilizadas en la conservación de acervos



La imagen muestra diferentes presentaciones de polietileno, un material ampliamente utilizado en la conservación y embalaje de acervos. Entre las variaciones se encuentran el hule burbuja en tamaño grande y pequeño, y material relleno de aire, cada uno con aplicaciones específicas para la protección y transporte seguro de piezas frágiles. Estos materiales ofrecen amortiguación y seguridad, adaptándose a diversas necesidades de conservación. © Alan Gómez.

El polietileno se destaca en su capacidad de protección y durabilidad, siendo un material ideal para aplicaciones que requieren resistencia a impactos y aislamiento contra la humedad. Además, es un material reciclable, lo cual contribuye a la sostenibilidad en los proyectos de conservación.

Sintético No Tejido. Es un material fabricado a partir de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE), reconocido por su ligereza, resistencia y durabilidad. Este material es impermeable, resistente a la tracción y transpirable, permitiendo el paso de vapor mientras repele líquidos. Estas propiedades lo hacen ideal para el embalaje y la conservación de documentos y objetos sensibles a la humedad y otros factores ambientales. Una de sus denominaciones comerciales es Tyvek.

Tabla 10

Propiedades técnicas del material sintético no tejido

Propiedades técnicas	Especificaciones
Peso base	40.7 g/m²
Espesor	0.15 mm
Resistencia al estallido	50 psi
Resistencia a la tracción	18 lb/in (MD) / 22 lb/in (CD)
Resistencia UV	Alta
Transpirabilidad	Alta (permite paso de vapor, repele líquidos)
Reciclabilidad	Alta

La tabla presenta las especificaciones técnicas del material sintético no tejido Tyvek 400, utilizado en conservación y embalaje de objetos patrimoniales. Entre sus propiedades destacadas se encuentran su bajo peso base, espesor reducido, alta resistencia al estallido y a la tracción, y excelente resistencia a la radiación UV, lo que permite su uso prolongado en exteriores sin deterioro. Además, su capacidad de transpirabilidad, que permite el paso del vapor mientras repele líquidos, y su alta reciclabilidad lo convierten en una opción sostenible para la protección de acervos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos técnicos publicados por el proveedor (consultados en 2024).

Figura 51
Aplicación de material sintético no tejido como envolvente en prototipo de embalaje



La imagen muestra un prototipo de embalaje en el que se utiliza un material sintético no tejido de alta densidad como envolvente flexible. Este se adapta a la forma cóncava del soporte de espuma de polietileno, proporcionando una barrera eficaz contra el polvo, la humedad y agentes contaminantes, sin comprometer la transpirabilidad del sistema. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Aplicaciones en embalaje de acervos universitarios

- Envoltorios y sobres: Excelente para documentos y piezas pequeñas, ya que proporciona una barrera eficaz contra la humedad y el polvo.
- Fundas y bolsas: Para objetos más grandes, donde se requiere resistencia a condiciones ambientales adversas.
- Etiquetas y rótulos: Su durabilidad lo hace ideal para etiquetar y catalogar objetos, ofreciendo una identificación permanente y resistente.

El sintético no tejido combina protección con ligereza, lo que facilita la manipulación de los objetos embalados sin comprometer su seguridad. Además, al ser reciclable, contribuye a la sostenibilidad de los proyectos de conservación.

Espuma de polietileno. Es un material de celda cerrada conocida por su capacidad de absorción de impactos y resistencia a la humedad. Es ampliamente utilizado en embalaje debido a su durabilidad y flexibilidad, especialmente en entornos que requieren un alto nivel de protección contra vibraciones y movimientos bruscos, su nombre comercial más conocido es Ethafoam.

Tabla 11

Propiedades técnicas de la espuma de polietileno en conservación

Propiedades técnicas	Especificaciones
Densidad	35–145 kg/m³
Absorción de impactos	Alta, mantiene resiliencia tras impactos repetidos
Aislamiento térmico	Bueno
Absorción de agua	Baja
Reciclabilidad	Alta (reutilizable sin pérdida significativa)

La tabla detalla las propiedades técnicas de la espuma de polietileno, utilizada frecuentemente en la protección y almacenamiento de piezas de acervo. Las especificaciones incluyen una variabilidad en la densidad, desde opciones ligeras como Ethafoam 220-E (35 kg/m³) hasta más densas como Ethafoam® 900-E (145 kg/m³). Este material destaca por su alta capacidad de absorción de impactos, buena resistencia al aislamiento térmico, baja absorción de agua y reciclabilidad, siendo reutilizable sin perder sus propiedades esenciales, lo cual lo hace ideal para ambientes de conservación exigentes. Fuente: Elaboración propia a partir de datos técnicos publicados por el proveedor (consultados en 2024).



Aplicaciones en embalaje de acervos universitarios

- Bloques y soportes: Creación de soportes personalizados para estabilizar y proteger objetos durante el almacenamiento y transporte.
- Aislamiento y amortiguación: Ideal para cajas y contenedores que requieren aislamiento térmico y protección contra vibraciones.
- Fundas: Para piezas delicadas que necesitan alta amortiguación y estabilidad.

La capacidad de la espuma de polietileno para absorber impactos lo convierte en un material esencial en la protección de objetos frágiles. Su durabilidad y resistencia lo hacen adecuado para la conservación de objetos en entornos de almacenamiento a largo plazo.

Página anterior:

Figura 52

Prototipo de sistema de embalaje compuesto de dos cajas multi función

Prototipo de sistema compuesto por una caja externa con bloques de espuma de polietileno en la tapa, diseñados para inmovilizar una caja interna que también contiene calados específicos en espuma para alojar piezas con precisión. Esta solución experimental integra funciones de protección y exhibición: permite el transporte del acervo con mínima vibración y máxima sujeción, al tiempo que facilita su presentación sin requerir manipulación directa de los objetos. El diseño modular y el uso combinado de espumas de celda cerrada responden a principios de conservación preventiva, permitiendo validar criterios de estabilidad, accesibilidad y seguridad para su posible implementación museográfica. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Estireno. Este material ofrece cualidades útiles para el diseño de embalajes. Es rígido, resistente al impacto y a la humedad, además de que puede ser termoformado para adaptarse a las necesidades específicas de cada objeto. Su ligereza y flexibilidad lo convierten en una opción adecuada para la creación de soportes y contenedores personalizados.

Tabla 12
Propiedades técnicas del estireno

Propiedades técnicas	Especificaciones
Densidad	0.909 g/cm³
Resistencia a la humedad	Alta (impermeable)
Reactividad	Sensible a luz y temperatura (debe manipularse con precaución)
Reciclabilidad	Media (variable según uso)

La tabla detalla las propiedades técnicas del estireno, un material con una densidad de 0.909 g/cm³ y características destacadas como su impermeabilidad, que facilita la conservación de objetos en condiciones óptimas al protegerlos de la humedad. Sin embargo, su reactividad frente a la luz y la temperatura exige precauciones durante su manipulación. La reciclabilidad del estireno es media, dependiendo de la forma en la que se utilice. Fuente: Elaboración propia a partir de datos técnicos publicados por el proveedor (consultados en 2024).

Aplicaciones en Embalaje de Acervos Universitarios.

- Contenedores termoformados: Permite crear soportes y contenedores que estabilizan los objetos durante el transporte y almacenamiento.
- Suaje y dobleces: Adaptable para fabricar tarjetas y muestrarios, permitiendo un soporte ajustado para cada objeto.
- Exhibidores: Puede moldearse para crear exhibidores individuales o grupales.

El estireno es una opción versátil que, al ser termoformable, permite crear soluciones de embalaje precisas y de alta resistencia, ideales para la conservación de objetos valiosos en ambientes controlados.

Figura 53
Sistema integrado de exhibición y embalaje para pandero



Simulación digital de un sistema diseñado con estireno termoformado para la conservación y exhibición de un pandero artístico perteneciente al acervo universitario. A la izquierda, se presenta el pedestal desarmable para exhibición museográfica, cuya forma está adaptada a la base del objeto para garantizar su estabilidad sin generar tensiones estructurales. A la derecha, se muestra el contenedor termoformado que aloja tanto el pandero como las piezas del pedestal, permitiendo que todo el sistema sea almacenado y transportado de manera segura en un solo conjunto. El estireno, por sus propiedades de resistencia, rigidez y capacidad de ser moldeado con precisión, es ideal para soluciones de embalaje que requieren alta protección y funcionalidad museográfica simultánea. / © Alan Gómez.

Goma EVA (etileno-vinilacetato). Es un material altamente flexible y duradero, conocido por su capacidad de absorción de impactos y resistencia a la humedad. Su elasticidad y resistencia química lo hacen adecuado para una variedad de aplicaciones en el embalaje de acervos.

Tabla 13
Propiedades técnicas de la goma EVA

Propiedades técnicas	Especificaciones
Densidad	Aprox. 0.93 g/cm³
Elasticidad	Alta
Resistencia química	Alta (ácidos, detergentes, grasas)
Absorción de agua	Baja
Reciclabilidad	Media

Las propiedades técnicas de la goma EVA incluyen una alta elasticidad y excelente capacidad de amortiguación, haciéndola ideal para la protección y conservación de objetos. Su resistencia química es alta, tolerando ácidos, grasas y solventes, mientras que su baja absorción de agua la hace adecuada para ambientes húmedos. Su reciclabilidad es media y depende de su forma de uso y disposición final. Fuente: Elaboración propia a partir de datos técnicos publicados por el proveedor (consultados en 2024).

Aplicaciones en embalaje de acervos universitarios

- Insertos y acolchados: Utilizados para crear soportes individualizados que estabilizan y protegen objetos durante el almacenamiento.
- Placas antideslizantes: Útiles en áreas de almacenamiento y exhibición, proporcionando una base segura.
- Elemento amortiguante para transporte: Ideal para proteger piezas frágiles durante el transporte, evitando daños por movimientos bruscos.

La goma EVA destaca por su versatilidad, siendo una excelente opción para embalajes que requieren flexibilidad y protección contra impactos.

Figura 54
Placas termoformadas de goma EVA para amortiguación y soporte de piedras intervenidas



Simulación digital de un sistema de placas circulares fabricadas en goma EVA termoformada, diseñadas para alojar y proteger un conjunto de piedras pintadas del acervo universitario. El material permite crear formas precisas que se adaptan a la geometría de cada objeto, ofreciendo soporte individualizado, estabilidad y absorción de impactos durante el almacenamiento o transporte. La goma EVA, por su elasticidad, resistencia a la humedad y propiedades amortiguantes, es ideal para la conservación preventiva de objetos frágiles, permitiendo soluciones versátiles tanto en sistemas de resguardo como en montaje de exposiciones. / © Alan Gómez.

Las prácticas realizadas en taller y laboratorio no solo permitieron experimentar con técnicas como el termoformado y el escaneo 3D, sino también profundizar en la evaluación de materiales clave para la conservación preventiva. La elección de cada material debe realizarse con base en las características del objeto a embalar, considerando factores como resistencia, amortiguación, durabilidad y compatibilidad ambiental. Estas experiencias aportan herramientas sólidas para el diseño de embalajes que aseguren la protección física, funcional y ética del acervo universitario.

3.4.2 Procedimiento del Termoformado

La implementación del termoformado en el diseño de embalajes para acervos universitarios implicó un proceso técnico dividido en dos etapas principales: la elaboración de un molde matriz a partir de una escultura en madera y la creación de una matriz de yeso a partir de dicho molde. El objetivo fue generar una base sólida, reutilizable y con precisión formal, que permitiera llevar a cabo pruebas controladas con diferentes materiales termoformables. A continuación, se presenta la documentación visual de cada etapa del procedimiento.

Figura 55
Elaboración del molde matriz en espuma de poliuretano



Secuencia del proceso técnico para la generación de un molde matriz:

(a) Selección del modelo base en madera, elegido por su similitud formal con las piezas reales del acervo.

(b) Delimitación de la línea media utilizando plastilina, para establecer un tacel que permita la separación del molde en dos mitades.

(c) Relleno de cavidades profundas con plastilina, a fin de evitar atrapamientos y facilitar el desmolde.

(d) Aplicación de una lámina de Egapack como barrera desmoldante.

(e) Vaciado de espuma de poliuretano sobre la primera mitad del modelo.

(f) Aplicación de espuma en la segunda mitad, ya protegida con Egapack.

(g) Fraguado completo de la espuma, adquiriendo la rigidez necesaria.

(h) Separación de las mitades del molde, conservando la forma y detalles del modelo original.

Secuencia fotográfica del proceso de elaboración del molde matriz con espuma de poliuretano. La documentación muestra desde la preparación inicial del modelo hasta la obtención de un molde funcional de dos piezas. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en Taller Astilla.

Figura 56
Vaciado de la matriz de yeso y preparación para termoformado



Fases del procedimiento de vaciado en yeso sobre el molde matriz:

(a) Recubrimiento del interior del molde con Egapack para evitar adherencias.

(b) Vaciado de yeso en ambas mitades del molde.

(c) Fraguado y desmolde de la matriz.

(d) Resultado final de la matriz de yeso lista para ensayos con materiales termoformables.

Proceso de vaciado de la matriz de yeso a partir del molde de espuma. Esta matriz permitió realizar pruebas de termoformado con distintos materiales, evaluando su comportamiento ante calor, succión y adaptación formal. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en Taller Astilla.

Una vez obtenida la matriz, se realizaron pruebas con cuatro materiales: Sintético no tejido, espuma de polietileno, estireno y goma EVA, utilizando una termoformadora modelo TB 390. Se controlaron los parámetros de temperatura y succión para evaluar su comportamiento.

Tabla 14

Registro de pruebas de termoformado por tipo de material

Material	Tiempo de temperatura en segundos	Tiempo de succión en segundos	Resultado
Tejido no sintético	15	10	Se termo formó, pero se requiere de un grosor mayor en el marco para generar un sellado pertinente.
Espuma de polietileno 3mm	10	10	Se termo formó, pero se requiere de un grosor mayor.
Espuma de polietileno 15 mm	15	10	Se termo formó, pero se requiere de un grosor menor.
Estireno 40 puntos	10	10	No se termo formó, faltó tiempo en el calentamiento de la placa.
Estireno 40 puntos	40	10	Se termo formó, pero se requiere de mayor tiempo de exposición de calor.
Estireno 40 puntos	60	10	Se termo formó de manera correcta. Se puede reducir el tiempo de succión a 5 segundos.
Goma EVA 1 mm	14	14	Se termo formó, pero el material se reventó debido a que tenía ángulos inversos.
Goma EVA 1 mm	16	10	Al corregir los ángulos inversos se termo formó sin que el material se reventara, la succión del material se logró a los 5 segundos. Se debe cuidar relación altura – forma contemplando una altura máxima de 12 cm.

Nota: Se requiere ángulo de salida de aproximadamente 1º y no tener ángulos inversos.

La tabla presenta los resultados de las pruebas de termoformado realizadas con diversos materiales, especificando los tiempos de temperatura y succión, así como las observaciones derivadas de cada ensayo. Se identificaron factores clave como el grosor óptimo del material y la necesidad de evitar ángulos inversos para lograr un moldeado exitoso. También se indican los ajustes necesarios para mejorar el desempeño en futuras aplicaciones. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el Taller de Plásticos de la FAD-UAEMéx durante las pruebas de termoformado realizadas en 2024.

Documentación Visual del Proceso de Termoformado

Termoformado de Sintético no Tejido

Figura 57
Termoformado de sintético no tejido para la creación de embalaje individualizado



Secuencia del procedimiento técnico realizado con una termoformadora industrial: (a) activación térmica de un lienzo de material sintético no tejido; (b) proceso de succión del sintético no tejido tras el calentamiento; (c) Inspección del resultado del termoformado del sintético no tejido; (d) resultado final del soporte termoformado. Este método permite generar estructuras de contención adaptadas a la forma de piezas específicas, optimizando su protección y manejo. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

Termoformado de Espuma de Polietileno

Figura 58

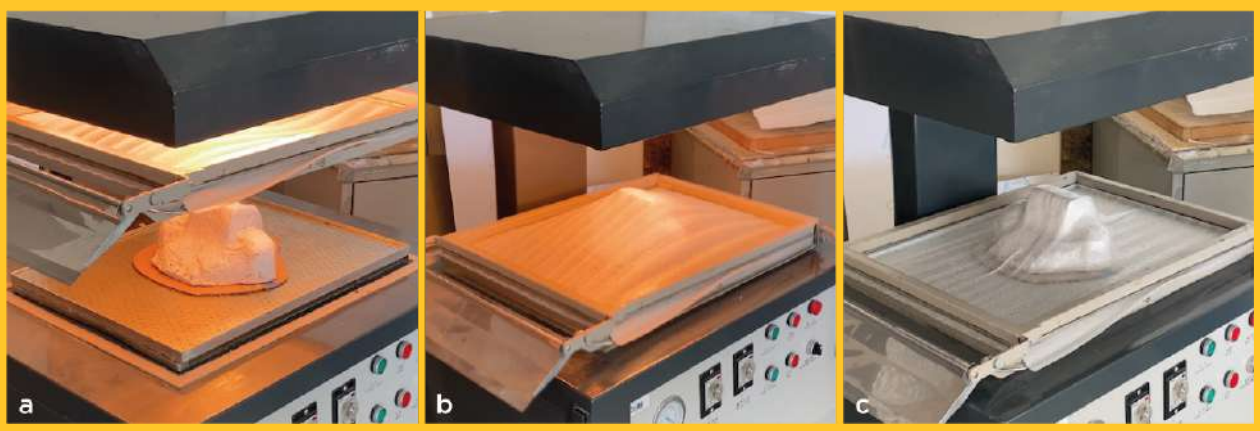
Termoformado de placa de polietileno de 15 mm para la elaboración de embalaje individualizado



Secuencia del proceso de termoformado de placa de espumado de polietileno de 15 mm: (a) colocación y ajuste de la placa de espuma de polietileno en la máquina; (b) calentamiento del material para lograr su maleabilidad; (c) succión y conformación del polietileno sobre el molde. Este procedimiento permite obtener embalajes a medida, con una estructura adaptada a las necesidades de conservación de cada pieza. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

Figura 59

Termoformado de placa de polietileno de 3 mm para la elaboración de embalaje individualizado



Secuencia del proceso de termoformado con placa de polietileno de 3 mm: (a) preparación del molde y colocación del material; (b) calentamiento uniforme para alcanzar la maleabilidad requerida; (c) succión que conforma el material sobre la superficie del modelo. Este procedimiento permite desarrollar embalajes adaptados a las particularidades físicas de cada pieza, optimizando su conservación. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

Termoformado de Estireno

Figura 60
Termoformado con lámina de estireno, secuencia de conformado



Serie que documenta el proceso de termoformado de una lámina de estireno: (a) acomodo del material en la máquina, (b) fase de calentamiento que otorga maleabilidad a la lámina, y (c) succión que permite su adaptación precisa al molde. Esta técnica permite obtener detalles finos y superficies con excelente definición para aplicaciones en embalaje. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

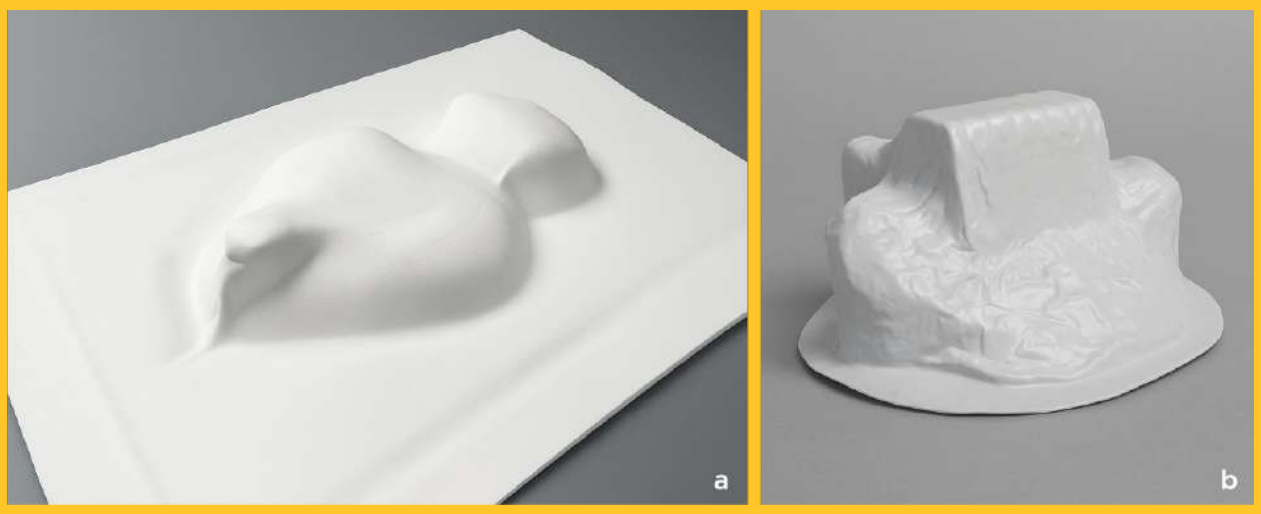
Termoformado de Goma EVA

Figura 61
Termoformado de goma EVA: secuencia de moldeado y desmolde



Registro del proceso de termoformado con goma EVA: (a) fase de calentamiento para flexibilizar el material, (b) succión para adaptarlo al molde, (c) desmolde final. Este procedimiento permite obtener formas precisas con alto nivel de detalle, útiles para aplicaciones de embalaje y soporte. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Taller de plásticos, UAEMéx.

Figura 62
Comparativa de resultados finales en termoformado: goma EVA y estireno



(a) Resultado del termoformado con goma EVA, que muestra una superficie tersa y de menor rigidez; (b) resultado en estireno, con mayor definición y rigidez estructural. La imagen evidencia las diferencias en comportamiento y acabado de ambos materiales tras su conformado. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Análisis comparativo y criterios de selección

Tabla 15
Resumen de resultados por material y posibles usos

Material	Grosor (mm)	Tiempo de temperatura (segundos)	Tiempo de succión (segundos)	Resultados observados	Posibles usos
Sintético no tejido	.191	15	10	Termoformado exitoso; requiere mayor grosor en el marco para sellado	Protección de documentos y envolturas protectoras
Espuma de polietileno	3 a 15	10 a 15	10	Termoformado exitoso; grosor de 15 mm más eficiente	Soportes protectores, rellenos para objetos pesados
Estireno	40 puntos	10-60	5-14	Termoformado con 60 s; tiempo de 10 s insuficiente	Moldes rígidos y bases para exhibición

Goma EVA	1	14-16	5	Termoformado exitoso a 16 s; se reventó a 14 s por ángulos inversos	Compartimentos acolchados y revestimientos interiores

Este resumen muestra las condiciones de termoformado y los resultados obtenidos para cada material, destacando los tiempos de temperatura y succión, así como los resultados específicos y posibles aplicaciones. La comparación facilita la selección del material más adecuado para las necesidades de embalaje y conservación del acervo de museos universitarios. Fuente: Elaboración propia con base en pruebas realizadas en el Taller de Plásticos, FAD, UAEMéx.

Tabla 16
Análisis de viabilidad y costo-beneficio

Material	Viabilidad Sustentable	Costo Beneficio	Beneficio de Uso a Largo Plazo en Diseño de Embalaje
Sintético no tejido	Alta, es reciclable y reutilizable.	Alto costo inicial, pero durable y de gran retorno.	Excelente para envolturas de documentos y protección contra la humedad.
Espuma de polietileno	Media, reutilizable y reciclable en menor escala	Costo moderado, alta eficacia en amortiguación.	Ideal para protección de objetos pesados y frágiles por su durabilidad
Estireno	Media, reciclable con ciertos procesos.	Económico, rentable en aplicaciones específicas.	Bueno para estructuras rígidas y contenedores duraderos.
Goma EVA	Alta, reciclable y reutilizable.	Costo moderado, adaptable a múltiples formas.	Beneficioso para acolchados y protección de objetos con formas complejas.

Evalúa sustentabilidad, durabilidad y funcionalidad de cada material, orientando la toma de decisiones para proyectos de conservación. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de materiales, resultados experimentales y su aplicación en el diseño de embalajes para acervos universitarios (2024).

El proceso integral de elaboración de moldes, pruebas de termoformado y análisis de materiales permitió identificar ventajas, limitaciones y aplicaciones específicas de cada recurso. La goma EVA y la espuma de polietileno destacan por su capacidad amortiguante, el sintético no tejido por su transpirabilidad y resistencia, y el estireno por su estabilidad estructural. La implementación controlada del termoformado ofrece soluciones técnicas viables, adaptables y sostenibles para el diseño de embalajes personalizados que aseguren la protección y conservación del acervo universitario.

3.5 Escaneo de una Pieza con Requerimiento de una Estructura de Soporte

Conservación Contextual y Adaptativa: Diseño de Embalaje para un Boceto Monumental. La elección de la pieza para este estudio de caso surgió tras la intervención del mural El Hombre Universal, ubicado en el auditorio del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de la UAEMéx (CICSyH). Durante dicha labor, enfrentando la magnitud de la obra y trabajando a una altura aproximada de 4 metros, recordé la existencia del boceto original que sirvió como punto de partida conceptual y compositivo para esta obra monumental. Comprendí entonces que la conservación debía abordarse de manera integral: no solo se debía preservar el mural, sino también el boceto que le dio origen.

La pieza, realizada por El Mtro. Leopoldo Flores, consiste en una pelota de vinil cortada de forma irregular por la mitad, con un diámetro de 12 cm y una altura de 7 cm. Está elaborada en tinta sobre vinil, un soporte poco habitual para bocetos, lo que compromete su durabilidad. Si bien no presenta intervenciones previas ni daños visibles, su fragilidad inherente exige un manejo cuidadoso. La ausencia de una fecha precisa no disminuye su valor documental, sino que lo refuerza como testimonio del proceso creativo previo a la obra monumental.

Página siguiente:

Figura 63

Vista de sección del mural "El Hombre Universal" en el auditorio del CICSyH, UAEMéx

La imagen muestra la escala monumental del mural "El Hombre Universal", pintado por El Mtro. Leopoldo Flores en la cúpula del auditorio del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades. La presencia del andamio indica el inicio de las labores de conservación, destacando las condiciones espaciales y técnicas necesarias para su intervención. © Alan Gómez.







PÁGINA ANTERIOR:

Figura 64

Inspección y limpieza puntual durante la conservación del mural "El Hombre Universal" en el CICSyH, UAEMéx

La composición fotográfica documenta dos momentos del proceso de conservación preventiva del mural "El Hombre Universal". En la imagen izquierda se observa el trabajo de consolidación de la superficie del muro. En la imagen derecha, se detalla la inspección de la capa pictórica que permite identificar levantamientos, fisuras y zonas de intervención prioritaria. Estas acciones iniciales fueron clave para establecer el vínculo metodológico entre la conservación de la obra monumental y su boceto tridimensional. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en CICSyH, UAEMéx.

El diseño de un embalaje individualizado mediante tecnología 3D es esencial para garantizar la conservación adaptada tanto a las características físicas del objeto como a su relevancia histórica y conceptual. Desde la perspectiva contemporánea, planteada por Salvador Muñoz Viñas, la conservación debe ser flexible y específica, "Cada elección que se realiza determina en buena medida qué objetos formarán el patrimonio que llegará a las generaciones futuras, y en qué estado llegarán" (2003, p. 169). El embalaje no solo debe asegurar la retratabilidad[4] del proceso para permitir futuras intervenciones, sino también concebirse bajo el principio de la conservación como un proceso continuo, donde las soluciones pueden ser revisadas y mejoradas a lo largo del tiempo.

Este enfoque ético y flexible prioriza la individualidad y el contexto de la pieza, permitiendo que el embalaje actúe como un componente activo en la preservación de su historia y significado. No se trata únicamente de proteger físicamente el boceto, sino de garantizar su capacidad para adaptarse a nuevas condiciones y tecnologías sin comprometer su integridad. La retratabilidad del embalaje garantiza que pueda ser modificado o retirado sin dañar la pieza, promoviendo así un equilibrio entre la preservación actual y la potencial necesidad de futuros tratamientos. Esta práctica, alineada con los principios de Muñoz Viñas, enfatiza la conservación no solo como un acto técnico, sino como una reflexión ética y contextual que busca resguardar tanto la materialidad como el significado histórico de la obra.

4 "La noción de retratabilidad es a menudo más útil para evaluar tratamientos que la idea misma de reversibilidad" (Muñoz Viñas, 2003, p. 113).

> Ello representa una postura intermedia que deriva hacia modelos teóricos más coherentes y representativos. Esta postura se basa no en la subjetividad, sino en la intersubjetividad, es decir, en la constatación de que la Restauración es una actividad que se basa en decisiones sociales, no individuales: se basa en acuerdos entre-los-sujetos. (Muñoz Viñas, 2003, p. 148)

Por lo tanto, la conservación contemporánea se concibe como una actividad de análisis dinámico que va más allá de la protección material y busca comprender el contexto sociocultural que otorga valor a los objetos. Esta práctica reconoce que el significado y la relevancia de una pieza son construidos colectivamente, reflejando un consenso intersubjetivo que orienta las decisiones de conservación. Así, el acto de preservar se convierte en un diálogo constante entre el objeto, su entorno y la sociedad que lo valora, asegurando que la intervención conserve no solo la integridad física, sino también el significado cultural que le confiere su comunidad.

Figura 65
Boceto original del mural "El Hombre Universal" de El Mtro. Leopoldo Flores



Este boceto, realizado en tinta sobre una pelota de vinil, presenta detalles de la composición artística que sirvió como base para la obra monumental en la cúpula del auditorio del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de la UAEMéx. / © Alan Gómez.

Diseño y Construcción del soporte auxiliar para escaneo. El escaneo 3D de objetos con requerimientos específicos demanda condiciones de estabilidad que aseguren la precisión y la integridad física de las piezas. Para este fin, se diseñó un soporte auxiliar específicamente adaptado al boceto sobre pelota, empleando principios de estereotomía, lo que permitió crear una estructura que respetara la forma irregular de la pieza.

La elaboración comenzó con la toma de medidas exactas del boceto y el trazo de su silueta sobre foamboard, empleando una regleta flexible para captar su curvatura. Posteriormente, se cortaron y ensamblaron las piezas, verificando su ajuste y estabilidad.

Figura 66
Preparación de soporte auxiliar para escaneo del boceto sobre pelota



En la imagen, se muestra el proceso de trazo sobre una placa de foamboard utilizando una regleta flexible para delinear la silueta de la pelota. Este paso es fundamental en la fabricación del soporte auxiliar, que facilitará el escaneo preciso y seguro de la pieza. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en MULF-UAEMéx.

Durante las pruebas, se comprobó que el soporte garantizara inmovilidad, evitando inclinaciones o desplazamientos. Se realizaron ajustes para mejorar la sujeción y se colocó material sintético no tejido en los puntos de contacto, evitando fricción directa con la superficie del objeto.

Figura 67
Elementos del proceso de creación del soporte auxiliar para el boceto sobre pelota



En la imagen, se observa el boceto sobre pelota de vinil junto a las regletas flexibles utilizadas para obtener las siluetas cóncava y convexa, una pieza de foamboard cortada y lista para ensamblar, el esquema de orientación de la pelota con respecto a las piezas del soporte y el material sintético no tejido que se empleará para evitar el contacto directo entre el soporte y la superficie de la pelota, garantizando así su protección durante el proceso de escaneo. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en el MULF-UAEMéx.

El uso de un soporte personalizado facilitó el proceso de escaneo al mantener el objeto en una posición estable y controlada, mejorando así la precisión de los datos obtenidos. Esta estrategia se alinea con los principios de conservación, que promueven soluciones técnicas ajustadas a las características de cada pieza, respetando tanto su integridad física como su valor histórico y cultural.

Figura 68
Verificación de adaptación del soporte auxiliar al boceto sobre pelota



En la imagen, se observa el proceso de prueba del soporte auxiliar, comprobando que se adapte de manera correcta al boceto de pelota. Este paso es esencial para garantizar la estabilidad y protección de la pieza durante el escaneo, asegurando que el soporte cumpla con los requisitos necesarios para un manejo seguro y preciso. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en MULF-UAEMéx.

Procedimiento del escaneo. El uso de tecnologías avanzadas como el escaneo 3D ha transformado el campo de la conservación y restauración de patrimonio cultural, permitiendo la digitalización precisa de objetos con una intervención mínima. En este proyecto, se utilizó el escáner FreeScan UE Pro Laser Handheld Scanner 3D junto con el software SHINING 3D para la captura de datos. Este subcapítulo detalla el proceso de escaneo, desde la preparación de la superficie hasta la digitalización y exportación de datos para el modelado.

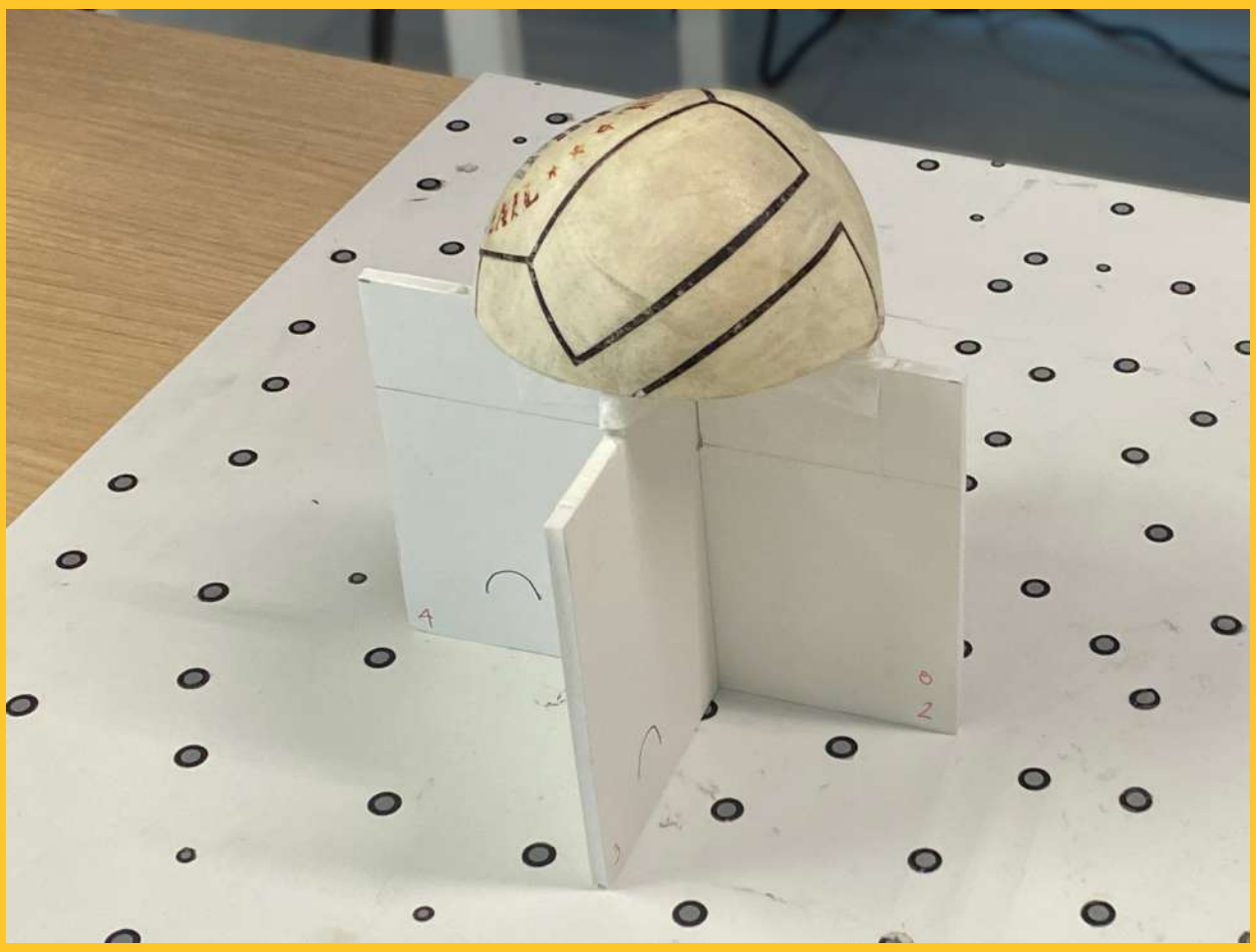
Figura 69
Escáner portátil FreeScan UE Pro para digitalización 3D de alta precisión



En la imagen se muestra el escáner láser portátil FreeScan UE Pro, conocido por su capacidad para capturar detalles finos y complejos de superficies, utilizado en el proceso de escaneo 3D de piezas patrimoniales en proyectos de conservación y restauración. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Preparación de la Superficie. La preparación de la superficie es un paso esencial para asegurar la calidad del escaneo. Las superficies brillantes o reflectantes pueden dificultar la captura de datos precisos, por lo que fue crucial eliminar cualquier residuo o elemento que pudiera interferir con el proceso. La pieza fue posicionada de manera estable utilizando el soporte auxiliar diseñado previamente, lo que garantizó la inmovilidad durante el escaneo.

Figura 70
Pelota con boceto posicionado sobre soporte auxiliar para escaneo



La imagen muestra pelota con boceto colocado sobre el soporte auxiliar diseñado para mantener la estabilidad durante el proceso de escaneo. Este soporte asegura que la pieza permanezca inmóvil y en la orientación adecuada, permitiendo una captura precisa de los datos sin interferencias externas. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Configuración del Escáner y Marcadores. El escáner FreeScan UE Pro se configuró ajustando parámetros como la resolución y la distancia entre puntos, según las especificaciones de la pieza. Se colocaron marcadores en la superficie para ayudar con la alineación y asegurar que se capturaran múltiples vistas del objeto. Esto fue especialmente importante para obtener un modelo completo y detallado de la pieza, maximizando la precisión del escaneo.

Figura 71
Verificación de la estabilidad del boceto sobre pelota en el soporte auxiliar

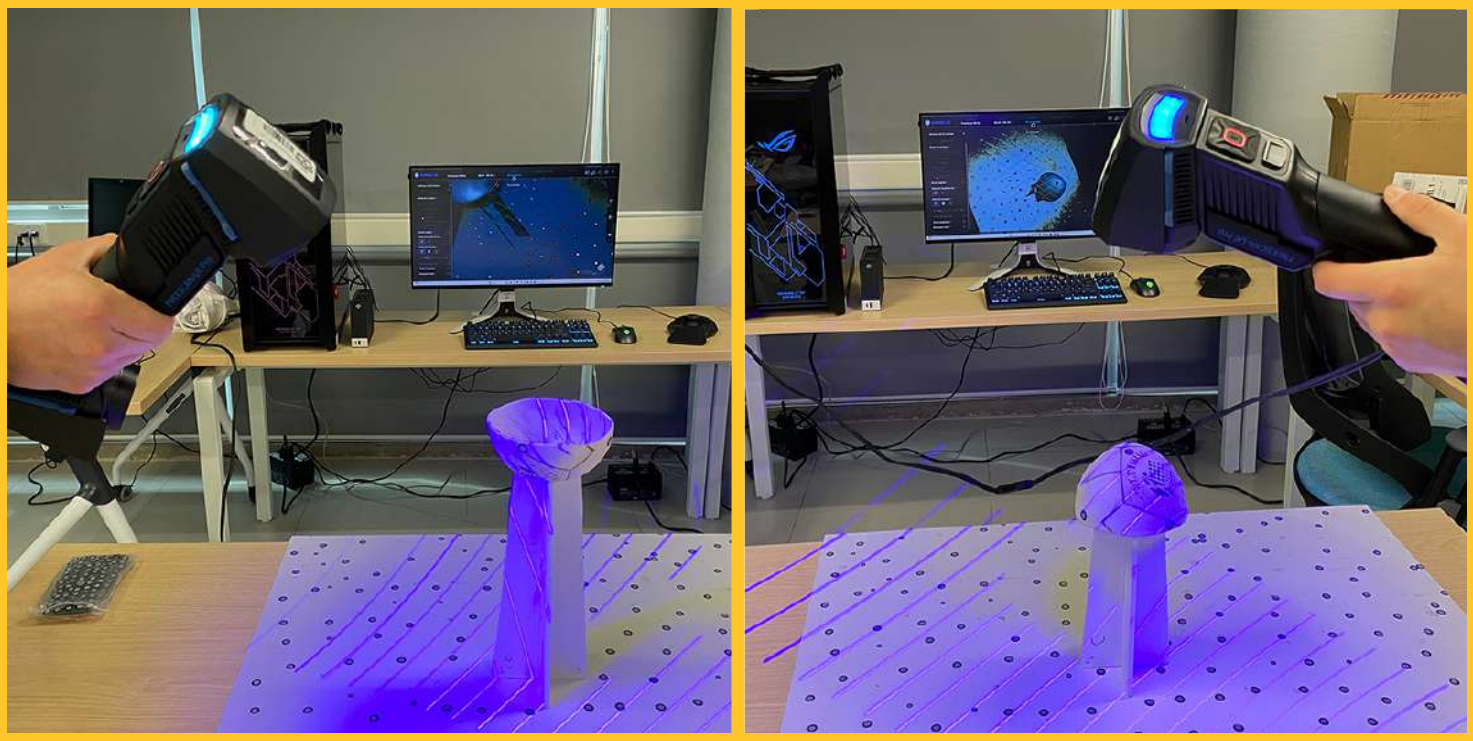


La imagen muestra la evaluación de la estabilidad y posición del boceto de pelota sobre el soporte auxiliar antes de iniciar el proceso de escaneo. Esta verificación es fundamental para asegurar que la pieza esté adecuadamente alineada y estable, garantizando la precisión y seguridad durante la digitalización 3D. / Fotografía, María Luz González. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Proceso de Escaneo. El escaneo comenzó con el movimiento del escáner alrededor de la pieza, capturando múltiples perspectivas que se superpusieron para crear un modelo integral. Se realizaron escaneos completos del objeto tanto por su lado convexo como por su lado cóncavo. Esta técnica permitió obtener detalles específicos y optimizar la calidad de la digitalización. Durante este proceso, mediante el software SHINING 3D se procesó y unieron los datos en tiempo real, lo que facilitó la verificación de la captura y la corrección de posibles inconsistencias.

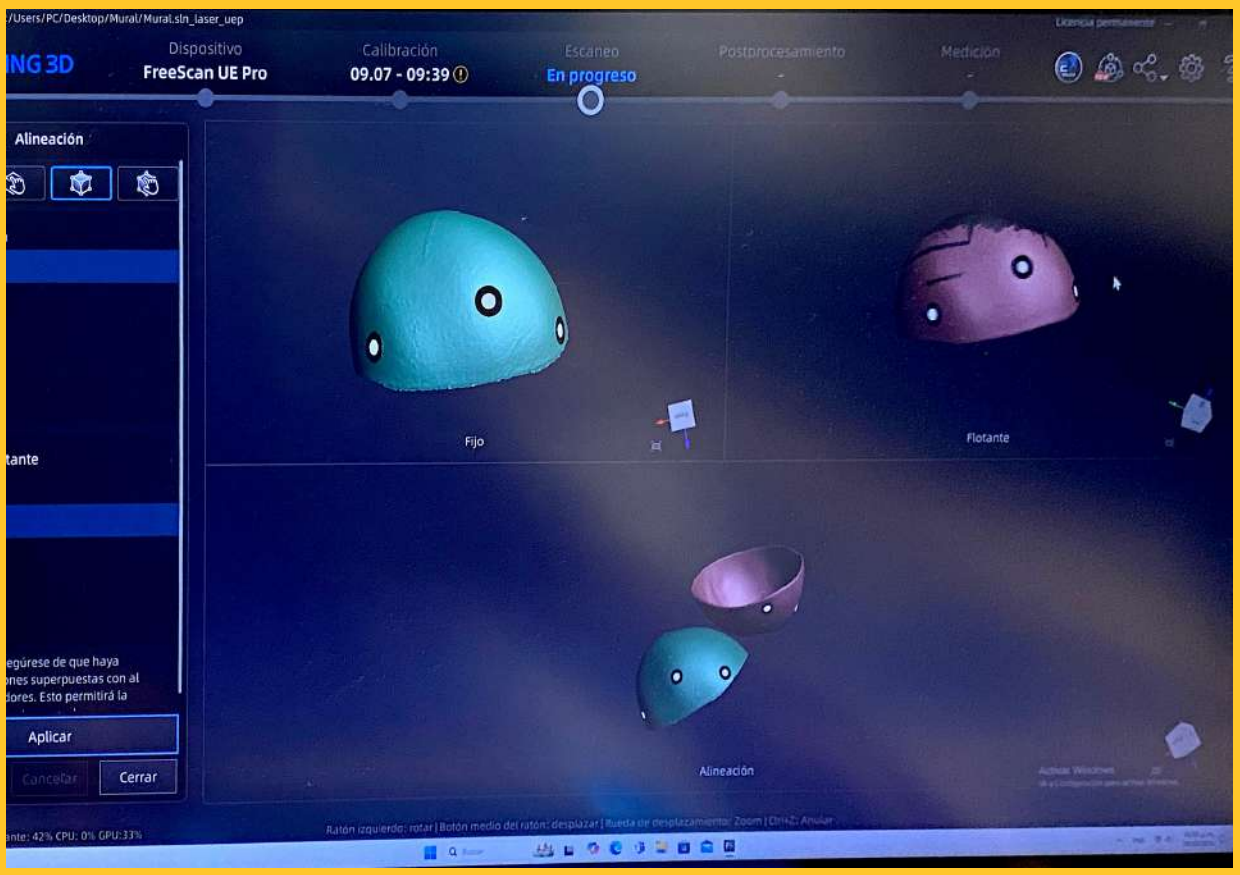
Figura 72

Proceso de escaneo 3D de las superficies cóncava y convexa del boceto sobre pelota



Las imágenes muestran el escaneo de las superficies cóncava y convexa del boceto sobre pelota utilizando el escáner FreeScan UE Pro. El escaneo de ambas partes se realizó con tecnología láser de alta precisión, capturando detalles complejos y garantizando una digitalización completa. El software de captura en segundo plano permitió monitorear en tiempo real la adquisición de datos y la correcta alineación del escaneo. / © Alan Gómez.

Figura 73
Visualización del proceso de alineación y escaneo en el software SHINING 3D

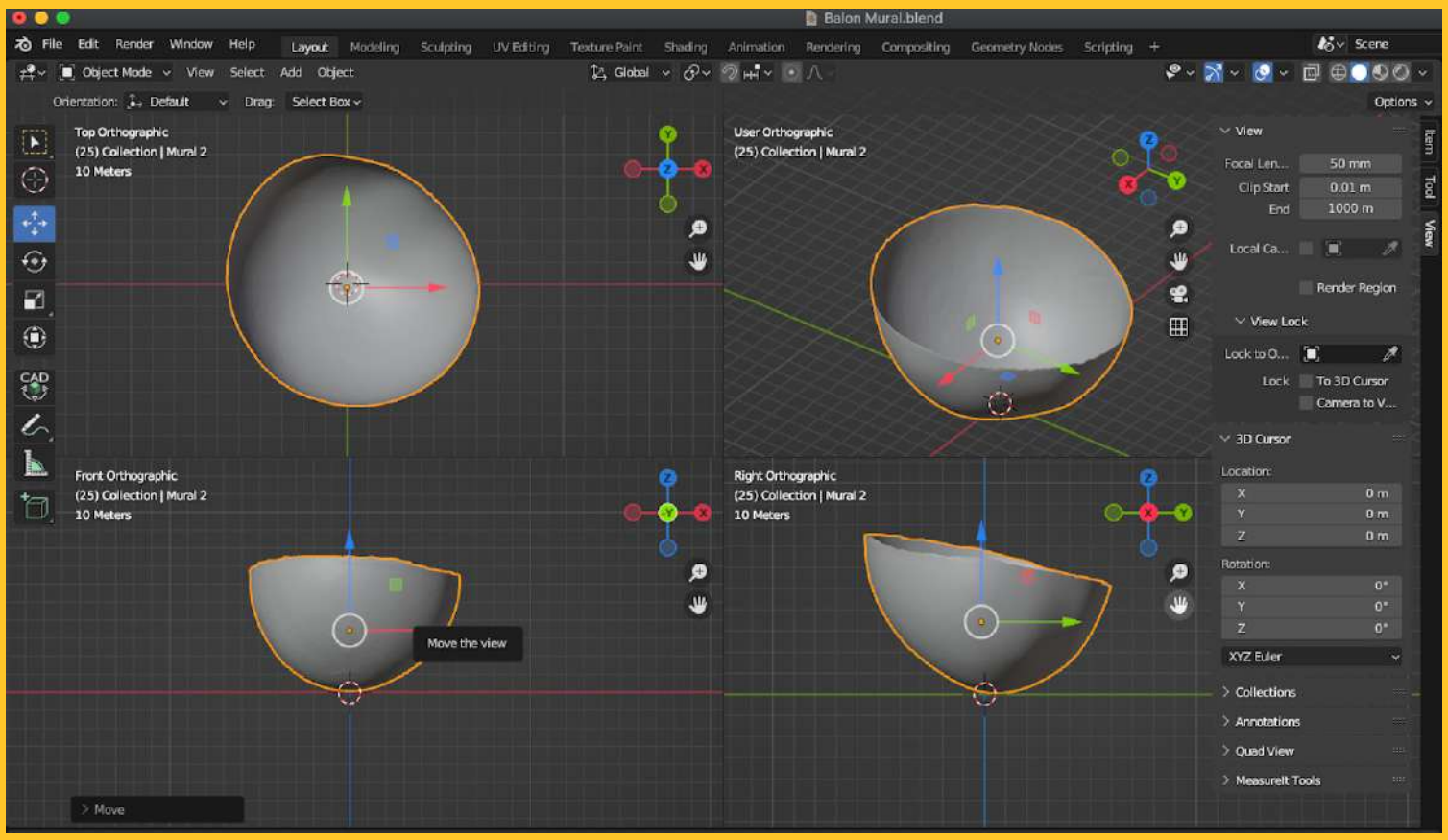


La imagen muestra la interfaz del software SHINING 3D, se observa la visualización de las superficies escaneadas y el proceso de alineación de las distintas capturas para formar un modelo 3D cohesivo. Esta etapa es crucial para asegurar la precisión y la coherencia en la representación digital de la pieza. / © Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Exportación y Preparación para Modelado 3D. Una vez concluido el escaneo, los datos se exportaron en formato STL para ser trabajados en un software de modelado 3D en este caso se utilizó Blender. Este formato de archivo es ideal para preservar la precisión y el nivel de detalle de los datos capturados. El uso de un software especializado permitió analizar, manipular y modelar los datos, creando representaciones digitales que facilitaron el análisis y la planificación de posibles restauraciones.

Figura 74

Modelo digital del boceto sobre pelota en el software de modelado 3D Blender



La imagen muestra el modelo 3D del boceto sobre pelota en Blender, con vistas ortográficas desde distintos ángulos para un análisis detallado. Esta representación permite estudiar la pieza, planificar intervenciones de conservación y preparar simulaciones sin necesidad de manipular físicamente el objeto, optimizando la preservación y el trabajo colaborativo en conservación. / © Alan Gómez.

Beneficios y Análisis de la Tecnología 3D. La tecnología de escaneo 3D ha revolucionado la conservación al ofrecer un método no invasivo y preciso para documentar y analizar piezas frágiles. Esta metodología es particularmente valiosa en los Museos Universitarios, donde las piezas con requerimientos específicos y soportes auxiliares son fundamentales para su manejo seguro y exhibición. Entre los beneficios más destacados se encuentran:

- Precisión y detalle: Captura intrincados detalles y dimensiones exactas, esenciales para la restauración y conservación.
- Proceso no invasivo: La documentación sin contacto físico protege la integridad de los objetos.
- Versatilidad: Puede aplicarse tanto a objetos pequeños como a grandes estructuras.

Modelado 3D. El modelado digital de las piezas permite la visualización, el análisis y la simulación de intervenciones antes de llevarlas a cabo físicamente. Utilizando Blender, se pudo manipular y estudiar el modelo escaneado, identificando áreas dañadas y evaluando diferentes técnicas de conservación. Esta herramienta también favorece la colaboración entre conservadores, diseñadores, museógrafos y otros profesionales involucrados en la protección del patrimonio.

El procedimiento de escaneo 3D descrito no solo fue esencial para documentar de manera precisa y no invasiva las características del boceto sobre pelota, sino que también representó un paso crucial en el diseño de un embalaje específico que responda a las necesidades de conservación de piezas de acervo universitario. Este proceso destaca la relevancia de la tecnología 3D en la innovación de las prácticas de conservación, permitiendo un análisis detallado y simulaciones previas a la intervención física. Al mismo tiempo, destaca la importancia del trabajo transdisciplinario, que involucra a conservadores, diseñadores, especialistas en tecnología 3D y demás áreas afines, integrando conocimientos diversos para una protección integral y efectiva del patrimonio cultural.

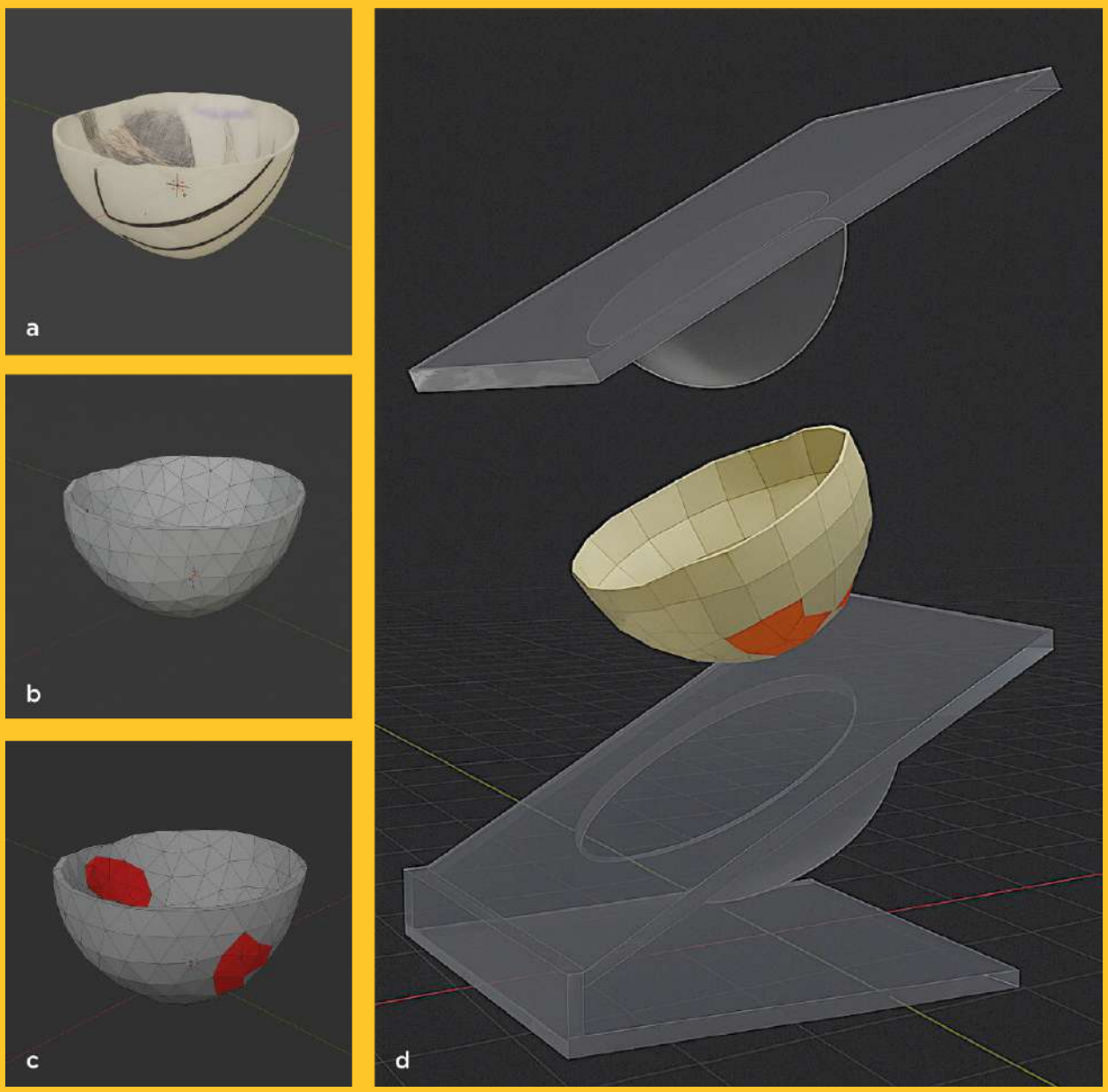
Figura 75
Beneficios y aplicaciones del escaneo 3D en la conservación patrimonial



(a) Pieza original con soporte auxiliar; (b) reconstrucción de geometría poligonal del modelo tridimensional en baja resolución; (c) nube de puntos generada mediante modelado 3D; (d) visualización final de la reconstrucción digital del modelo con textura aplicada. Esta documentación permite una captura precisa, no invasiva y adaptable a distintas escalas de conservación, optimizando el análisis, el registro y la reproducción de piezas patrimoniales. / © Alan Gómez.

Figura 76

Proceso de escaneo y diseño digital de embalaje para objeto con requerimientos específicos de soporte



(a) Modelo tridimensional texturizado de la mitad de la pelota de vinil con boceto mural. (b) Malla tridimensional generada tras la limpieza del escaneo. (c) Selección de áreas con requerimientos de soporte por curvatura o fragilidad estructural. (d) Propuesta de diseño de horma superior y soporte inferior individualizado en acrílico transparente para estabilización durante el almacenamiento o exhibición. / © Alan Gómez.

3.6 La Impresión 3D, Del Escaneo a la Simulación Digital, Cómo la Impresión 3D Potencia la Conservación y Creación de Prototipos de Patrimonio Cultural

Este proceso se ha convertido en un componente vital en la conservación y restauración de patrimonio cultural, permitiendo la creación de prototipos y réplicas que facilitan pruebas y experimentos sin colocar en riesgo las piezas originales. En el contexto de los museos universitarios, este proceso ofrece soluciones adaptativas y eficientes para el diseño de embalajes y estructuras de soporte individualizado. Por lo tanto, esta sección del texto aborda el proceso de impresión 3D del boceto sobre pelota, explicando su importancia y beneficios en el manejo y conservación del acervo.

La ejecución del proceso de impresión 3D comenzó con la preparación de los modelos digitales previamente escaneados y procesados en software de modelado 3D como Blender. Estos modelos fueron exportados en formato STL, ideal para mantener la precisión y el detalle obtenidos durante el escaneo. La impresora utilizada fue una Creality 3D, equipada con filamento PLA, conocido por su resistencia y facilidad de impresión, factores cruciales para la creación de prototipos y soportes.

Se realizaron impresiones desde las superficies cóncavas y convexas del boceto para garantizar la precisión y funcionalidad del prototipo. Durante el proceso, se ajustaron parámetros como la velocidad de impresión, la temperatura del extrusor y la disposición de soportes temporales para evitar deformaciones y asegurar una impresión estable. Las imágenes muestran distintas fases de la impresión: desde la base de la estructura hasta la finalización de la réplica completa.

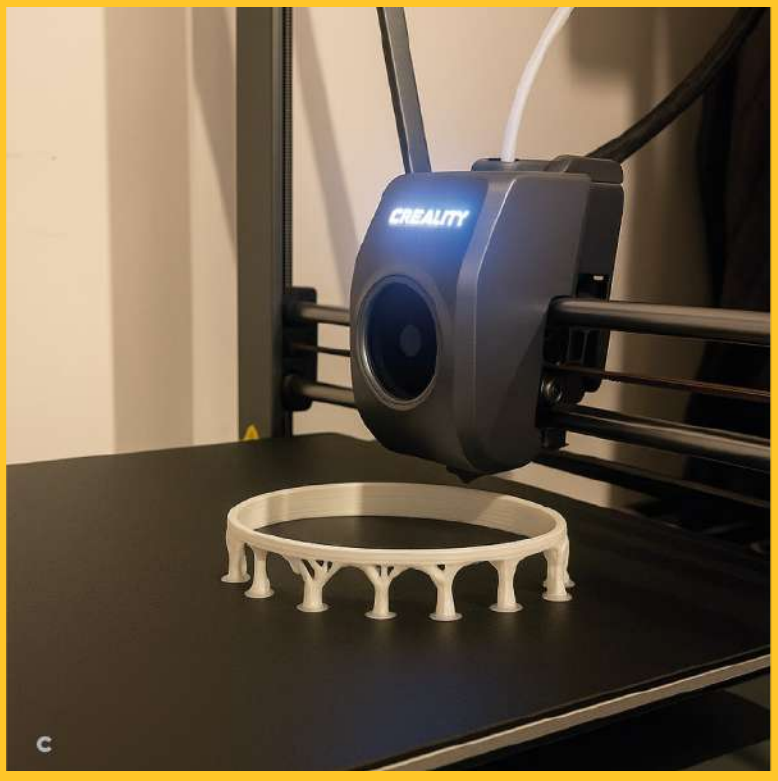
El prototipo impreso permite realizar pruebas destructivas y de resistencia, así como experimentos para definir el método más adecuado de termoformado, crucial para la creación de bases de exhibición, almacenamiento y transporte. La impresión 3D proporciona la flexibilidad necesaria para iterar y perfeccionar los diseños sin comprometer la integridad de la pieza original, reduciendo tiempos de producción y aumentando la seguridad en el manejo de las obras.

El proceso de impresión 3D demuestra ser fundamental para avanzar en el diseño de embalajes y estructuras de soporte. Entre los retos enfrentados estuvo la calibración precisa de la impresora y la selección del material de impresión más adecuado. El uso de prototipos impresos en 3D permite una experimentación amplia que, de otro modo, habría sido irrealizable con la pieza original. Esta capacidad de generar y probar múltiples versiones mejora la eficiencia en el diseño de embalajes y permite adaptar rápidamente las soluciones a las necesidades específicas del acervo.



a


b



c



d

Página anterior:

Figura 77

Impresión 3D del lado cóncavo del prototipo del boceto sobre pelota, (a) (b)

Las imágenes ilustran la impresión 3D del lado cóncavo del prototipo del boceto sobre pelota, realizada con la impresora Creality 3D y filamento PLA. Este proceso asegura la creación de una réplica precisa desde la base cóncava, permitiendo evaluaciones y pruebas de conservación sin necesidad de manipular la pieza original. / Fotografía, Beatriz Rivas. Cortesía, Alan Gómez.

Figura 78

Proceso inicio - fin de la impresión 3D para el modelo del lado convexo, (c) (d)

El proceso de impresión 3D se muestra en sus etapas inicial y final, destacando la formación precisa de los soportes estructurales y la pieza cóncava del prototipo. La impresora Creality 3D, equipada con filamento PLA, garantiza la estabilidad de la impresión y la calidad del resultado, esencial para pruebas de resistencia y simulaciones de embalaje. Este método asegura la integridad de la pieza original y permite iteraciones sin riesgos asociados. / Fotografía, Beatriz Rivas. Cortesía, Alan Gómez.

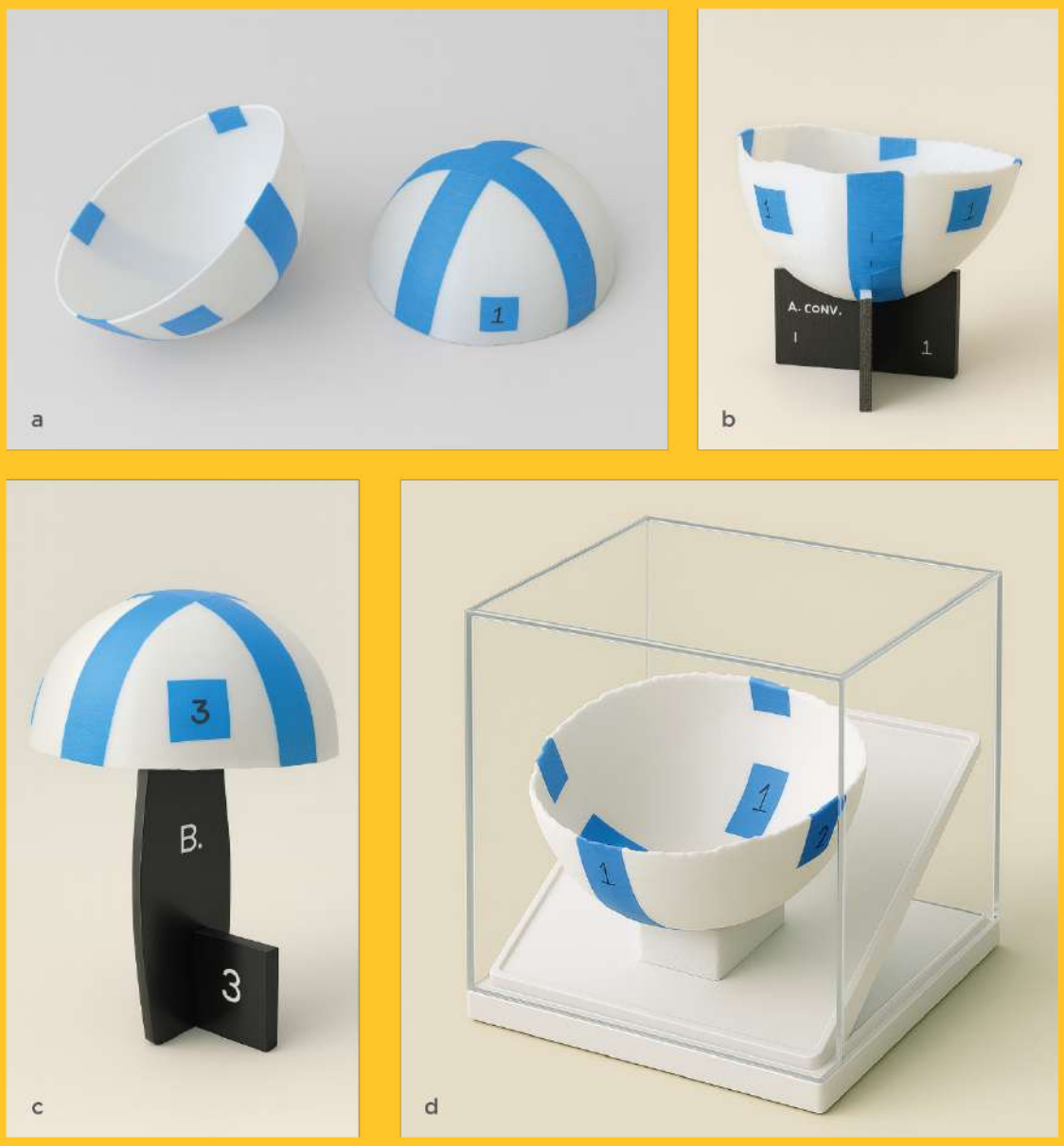
El enfoque transdisciplinario integra conocimientos de conservación, diseño y tecnología, mismo que resulta clave para el éxito de esta fase del proyecto. Este proceso no solo refuerza la importancia de la impresión 3D como herramienta en la conservación contemporánea, sino que también evidencia su potencial para fomentar la colaboración entre distintas áreas de estudio.

La decisión de imprimir ambas superficies (cóncava y convexa) responde a la necesidad de evaluar el comportamiento de la impresora frente a distintas geometrías y condiciones de inicio. Esta práctica resulta estratégica para anticipar retos en futuras impresiones de piezas con morfologías complejas, contribuyendo así al conocimiento acumulativo en el ámbito de la conservación y diseño de embalaje.

La integración de la impresión 3D como parte del flujo de trabajo en conservación permite transformar las prácticas tradicionales, facilitando simulaciones, diseño de soluciones individualizadas y manejo seguro de piezas frágiles. Además, refuerza un enfoque transdisciplinario que articula conocimientos de conservación, diseño y tecnología, ampliando las posibilidades de colaboración entre profesionales de diversas áreas.

En suma, la impresión 3D se consolida como una herramienta eficaz y ética en la conservación del patrimonio universitario, al posibilitar la creación de prototipos funcionales y adaptativos que resguardan la integridad física de las piezas y favorecen procesos de análisis, intervención y divulgación. Su adopción contribuye a que los museos universitarios evolucionen en sus estrategias de preservación, garantizando el resguardo del acervo cultural para las generaciones futuras.

Figura 79
Simulación y diseño de soluciones individualizadas mediante impresión 3D



Secuencia de trabajo para el desarrollo de un sistema de soporte y protección individualizado mediante impresión 3D. Las imágenes muestran distintas fases del proceso: (a) impresión cóncava y convexa resultado del escaneo, (b) simulación estructural para validar puntos de tensión y contacto, (c) experimentación con soportes intermedios y estabilizadores, y (d) modelo final de exhibición y conservación con cubierta protectora. Este flujo de trabajo permite analizar, intervenir y resguardar piezas frágiles de acervo universitario, articulando conocimientos de conservación, diseño y tecnología sin requerir contacto directo con los objetos. / © Alan Gómez.

3.7 Comparación entre las Prácticas de Termoformado y Escaneo 3D, Innovación en Conservación y Diseño de Embalajes Individualizados para Patrimonio Cultural

El diseño de embalajes para conservación no solo requiere una comprensión técnica de los materiales y estructuras que lo componen, sino también una capacidad de adaptación a las formas, condiciones y valores simbólicos de cada objeto patrimonial. En esta línea, el presente apartado aborda la incorporación de dos tecnologías clave, el escaneo 3D y el termoformado, que han permitido avanzar hacia soluciones de embalaje individualizado con altos niveles de precisión, protección y sostenibilidad. Ambas técnicas, aplicadas de forma complementaria, constituyen una innovación significativa en los procesos de documentación, diseño y fabricación de soportes y contenedores adaptados a las particularidades de las piezas seleccionadas. A continuación, se presenta un análisis comparativo de sus aportaciones, beneficios y áreas de aplicación en el contexto de la conservación preventiva en museos universitarios.

Sistema de Embalaje: Componentes y Estructura Funcional, En el ámbito de la conservación preventiva, el embalaje de piezas patrimoniales no se limita a una función contenedora; se trata de un sistema diseñado para resguardar, proteger, permitir la manipulación y exhibir de modo seguro objetos con alto valor cultural. "Una forma de disminuir los riesgos de alteraciones y deterioros de estos bienes, es incorporar en la metodología de manejo de colecciones, la confección de sistemas de embalajes integrales, que articulen las dinámicas de conservación y de investigación" (Elgueta Ortega et al., 2022, p. 9). Estos sistemas se conforman de varias secciones "en donde cada una desempeña un rol específico ante el elemento resguardado" (Elgueta Ortega et al., 2022, p. 9).

Para esta investigación el sistema de embalaje está estructurado de forma integral y cada componente cumple una función específica, como lo señala el Catálogo de materiales para embalaje: Conservación de objetos patrimoniales del CNCR (2022). De forma general, un sistema de embalaje se conforma por los siguientes elementos:

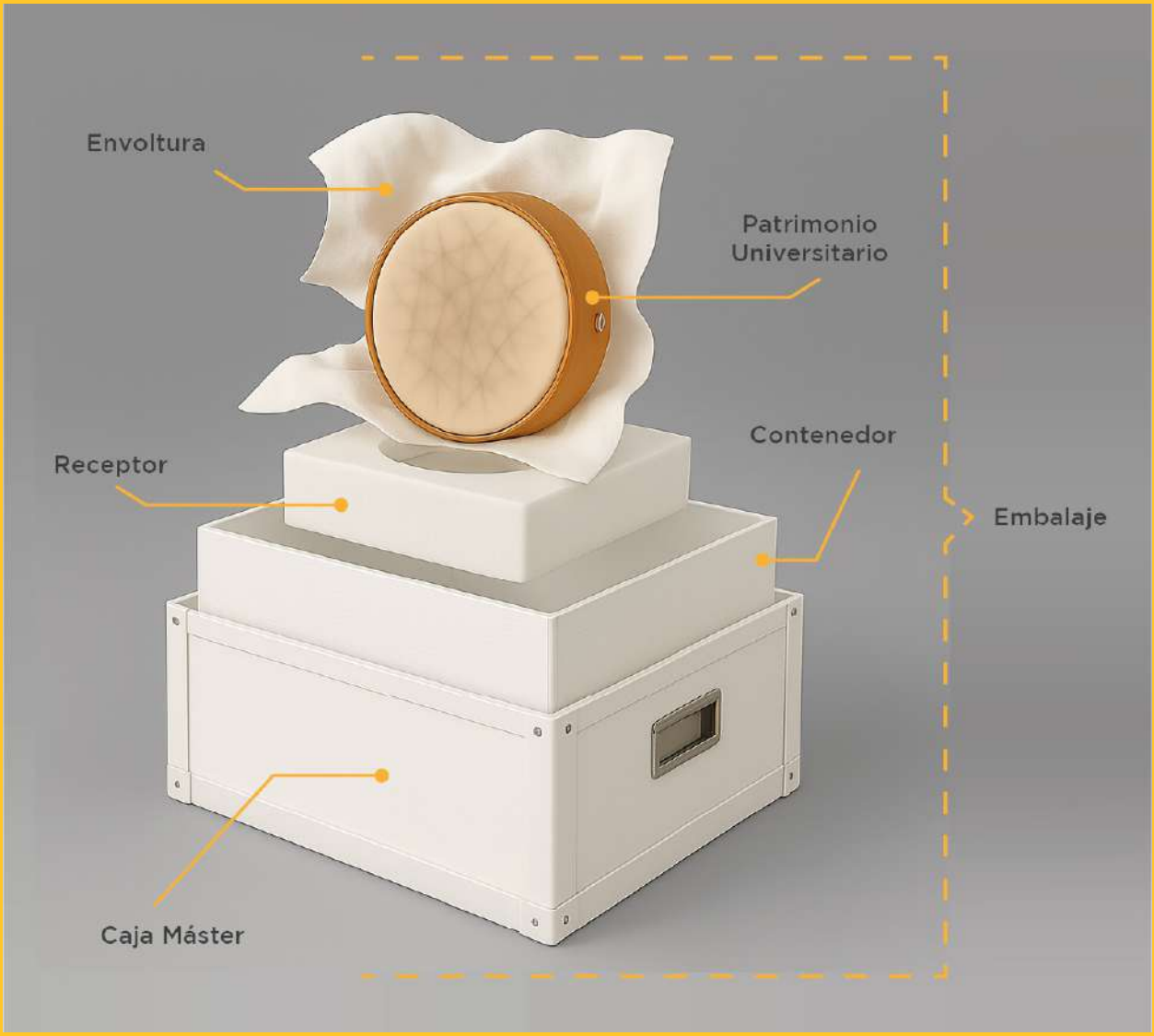
Envoltura: Constituye la primera capa de protección en contacto directo con el objeto, y su función principal es evitar el roce con otros materiales, así como protegerlo del polvo y la humedad. Como lo comenta Ortega, (2004), para cumplir adecuadamente esta función, el material utilizado debe poseer un pH neutro, no generar bordes cortantes, ofrecer resistencia mecánica suficiente, ser químicamente inerte, evitar la acumulación de cargas electrostáticas y garantizar estabilidad a largo plazo (pp. 61). Entre los materiales recomendados para este propósito se encuentran el sintético no tejido y el papel seda.

Receptor: Sirve como receptáculo, por lo cual debe adaptarse a la forma del objeto, ya que debe permitir su estabilidad y manipulación sin contacto directo. La finalidad de individualizar a este elemento radica en comprender que cada bien patrimonial es distinto y debe adaptarse a sus características. "El estudio de cada caso es esencial, y se comienza por un estudio particular de cada objeto, para estudiar la distribución de su peso y qué puntos de contacto son los más seguros para diseñar el sistema según esta premisa" (Ceballos Enríquez, 2013, p. 35). "La prioridad en el diseño del soporte es siempre la seguridad del objeto, que nunca se debe poner en peligro para obtener una presentación escénica" (Ceballos Enríquez, 2013, p. 38). En el caso de objetos que carecen de estabilidad estructural, la incorporación de un soporte individualizado resulta clave, ya que "mediante la realización de un soporte individualizado y su instalación podemos recuperar estos aspectos de conservación y seguridad en su exhibición" (Oliva Puertas, 2013, p. 109). El uso de espumado de polietileno ha demostrado ser una opción eficaz para cumplir esta función, al ofrecer un soporte ligero, adaptable y con capacidad de amortiguamiento.

Contenedor: Se trata de una caja resistente que envuelve al receptor y proporciona protección estructural frente a impactos. En algunos casos, el contenedor puede estar diseñado para alojar múltiples receptores y, por ende, varios bienes patrimoniales. Esta posibilidad debe evaluarse cuidadosamente, priorizando siempre la seguridad de los objetos. Bajo esta lógica, el contenedor puede actuar como un receptor colectivo, permitiendo agrupar en un solo paquete una colección de piezas cuyas dimensiones lo permitan y cuyo manejo resulte práctico y seguro. El material más adecuado para este propósito es el corrugado de polipropileno, aunque también pueden emplearse otros materiales inertes.

Caja máster: Es el envoltorio externo destinado al transporte y almacenamiento, cuya función es agrupar y proteger todos los componentes anteriores del sistema de embalaje. En el presente proyecto, se propone incorporar dos elementos adicionales a su estructura, ambos ubicados en el exterior de la caja, con el fin de permitir la consulta de información sin necesidad de abrir el contenedor. El primero consiste en un sistema que registra datos de temperatura y humedad relativa mediante un termohigrómetro; el segundo es un código QR que brinda acceso rápido a información definida por el operador, como fichas técnicas, fotografías de la obra, instrucciones específicas de manejo, montaje, u otros datos pertinentes. Los materiales empleados en esta capa incluyen madera, paneles de polietileno, sujetadores, chapas y estructuras de aluminio.

Figura 80
Modelo tridimensional de un sistema de embalaje: componentes esenciales



La imagen muestra una simulación de un sistema de embalaje integral compuesto por cuatro elementos principales: envoltura, receptor, contenedor y caja máster. Cada componente cumple una función específica en la conservación preventiva del objeto patrimonial. La envoltura protege el objeto del polvo y la abrasión; el receptor, hecho de espuma de polietileno, lo estabiliza y evita el contacto directo; el contenedor ofrece una barrera estructural adicional y la caja máster resguarda todo el conjunto durante el transporte y almacenamiento. Este modelo está basado en la estructura conceptual propuesta por Elgueta Ortega et al. (2022), adaptado y representado en una simulación tridimensional individualizada para un pandero patrimonial. / © Alan Gómez. Render elaborado a partir de la propuesta del Catálogo de Materiales para Embalaje (CNCR, 2022).

El diseño del embalaje debe considerar diversos aspectos: "forma, dimensiones, peso y volumen del objeto que se va a embalar, estabilidad de los materiales, destino, duración del traslado y medio de transporte, facilitar los procesos de desempaque de las obras" (Ostau de Lafont, 2015, p. 35). Asimismo, la señalización es un componente clave en el sistema. La norma ISO 780 especifica "una serie de símbolos gráficos utilizados para el marcado de envases y embalajes de expedición o distribución, con la finalidad de indicar las instrucciones para su manipulación y los bienes puedan llegar a su destino en buenas condiciones" (Ministerio de Cultura del Perú, 2020, p. 21). En sistemas de embalaje que requieren un orden específico para su manejo, es fundamental incluir indicaciones claras para el usuario, "por un lado mediante la numeración clara de los diferentes elementos de la caja y de los anclajes, y por otro mediante una hoja de instrucciones sencillas que debe viajar junto con la caja y leerse antes de abrirla" (Ceballos Enríquez, 2013, p. 37). En este sentido, el diseño de embalaje desarrollado en esta investigación contempla una serie de instrucciones que permiten comprender la función de cada componente, así como el orden adecuado para su manipulación.

La organización funcional del sistema de embalaje permite comprender la lógica técnica y de conservación que sustenta cada una de sus capas y componentes. Esta base metodológica fue fundamental para la incorporación de tecnologías como el escaneo 3D y el termoformado, las cuales permitieron desarrollar soluciones de embalaje más precisas, individualizadas y adaptadas a las condiciones específicas del acervo patrimonial universitario. A continuación, se analizan estas prácticas y su impacto en la innovación dentro del campo de la conservación.

Comparación entre las Prácticas de Termoformado y Escaneo 3D

En la conservación y restauración del patrimonio cultural, la innovación en el diseño de embalajes resulta fundamental para garantizar la protección y preservación del acervo de los museos universitarios. Entre las tecnologías más relevantes destacan el termoformado y el escaneo 3D, cuyas aplicaciones conjuntas han transformado las estrategias de conservación al permitir soluciones más precisas, adaptativas y sostenibles.

Termoformado. Es un proceso de fabricación que consiste en calentar una lámina de material termoplástico hasta que se vuelve maleable. Una vez alcanzada esta condición, la lámina se adapta a un molde específico mediante succión al vacío. Esta técnica, ampliamente utilizada en la industria del embalaje, destaca por su capacidad para generar formas personalizadas con alta precisión y resistencia.

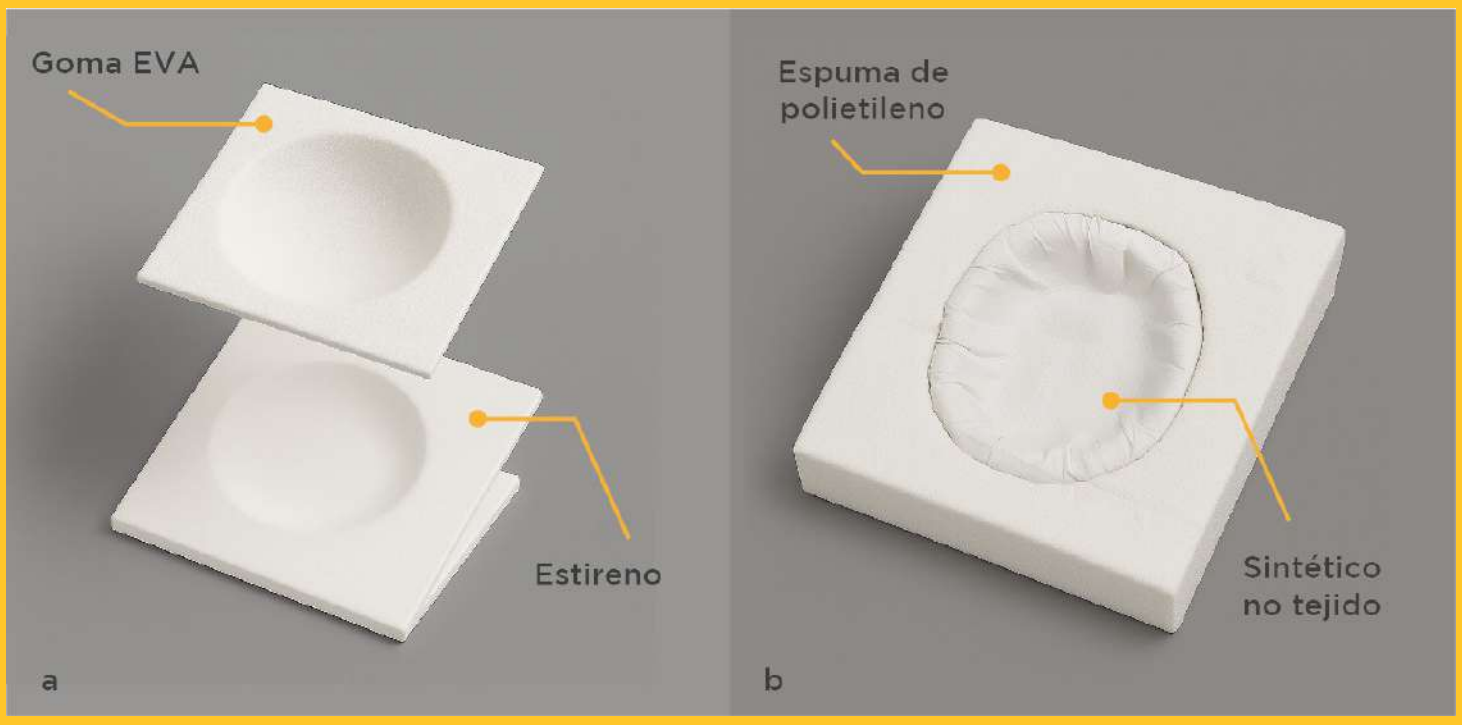
Resultados del Termoformado, la Evaluación de Materiales. Durante el desarrollo de este proyecto se probaron distintas combinaciones de materiales para su aplicación en embalajes individualizados. Se identificaron dos combinaciones óptimas:

- Estireno con goma EVA
- Sintético no tejido con espuma de polietileno

Ambas ofrecieron resultados positivos en términos de resistencia, flexibilidad y protección.

Figura 81

Comparación de combinaciones materiales para termoformado de embalajes individualizados



Las imágenes muestran dos combinaciones óptimas identificadas durante las pruebas de termoformado: (a) láminas de estireno y goma EVA, que ofrecen una solución rígida y de alta definición; (b) espuma de polietileno y sintético no tejido, que proporciona mayor adaptabilidad y amortiguamiento. Ambas combinaciones fueron evaluadas por su resistencia, flexibilidad y eficacia en la individualización de embalajes patrimoniales. / © Alan Gómez.

Además, el análisis de los prototipos permitió identificar dos ventajas clave del proceso de termoformado aplicadas al contexto de conservación patrimonial.

- Individualización. Las pruebas demostraron la eficacia del termoformado para crear embalajes a la medida, garantizando un ajuste preciso que mejora la seguridad durante el almacenamiento, exhibición y traslado.
- Eficiencia. Se destacó la eficiencia del proceso en términos de tiempo y costo, facilitando la producción de embalajes únicos con necesidades específicas.

Escaneo 3D. Permite capturar datos detallados de la superficie de un objeto y generar una representación tridimensional precisa. Es especialmente valioso para documentar y analizar objetos incompletos, frágiles o con geometrías complejas, ya que permite su análisis sin contacto físico.

Resultados del Escaneo 3D, la Evaluación del Proceso. El uso del escaneo 3D ha revolucionado las prácticas de conservación al ofrecer un método no invasivo y altamente preciso para la digitalización de objetos patrimoniales. Esta tecnología permite capturar con exactitud los detalles más finos de las superficies, resultando especialmente útil en el manejo de piezas frágiles o con formas complejas. La representación tridimensional obtenida facilita la creación de modelos digitales que pueden emplearse tanto para el análisis detallado como para la planificación de estrategias de conservación y diseño de embalajes. Esta capacidad de documentar y simular soluciones de manera digital ha transformado los procesos de protección y preservación, maximizando la seguridad de los objetos y permitiendo intervenciones más seguras y eficaces.

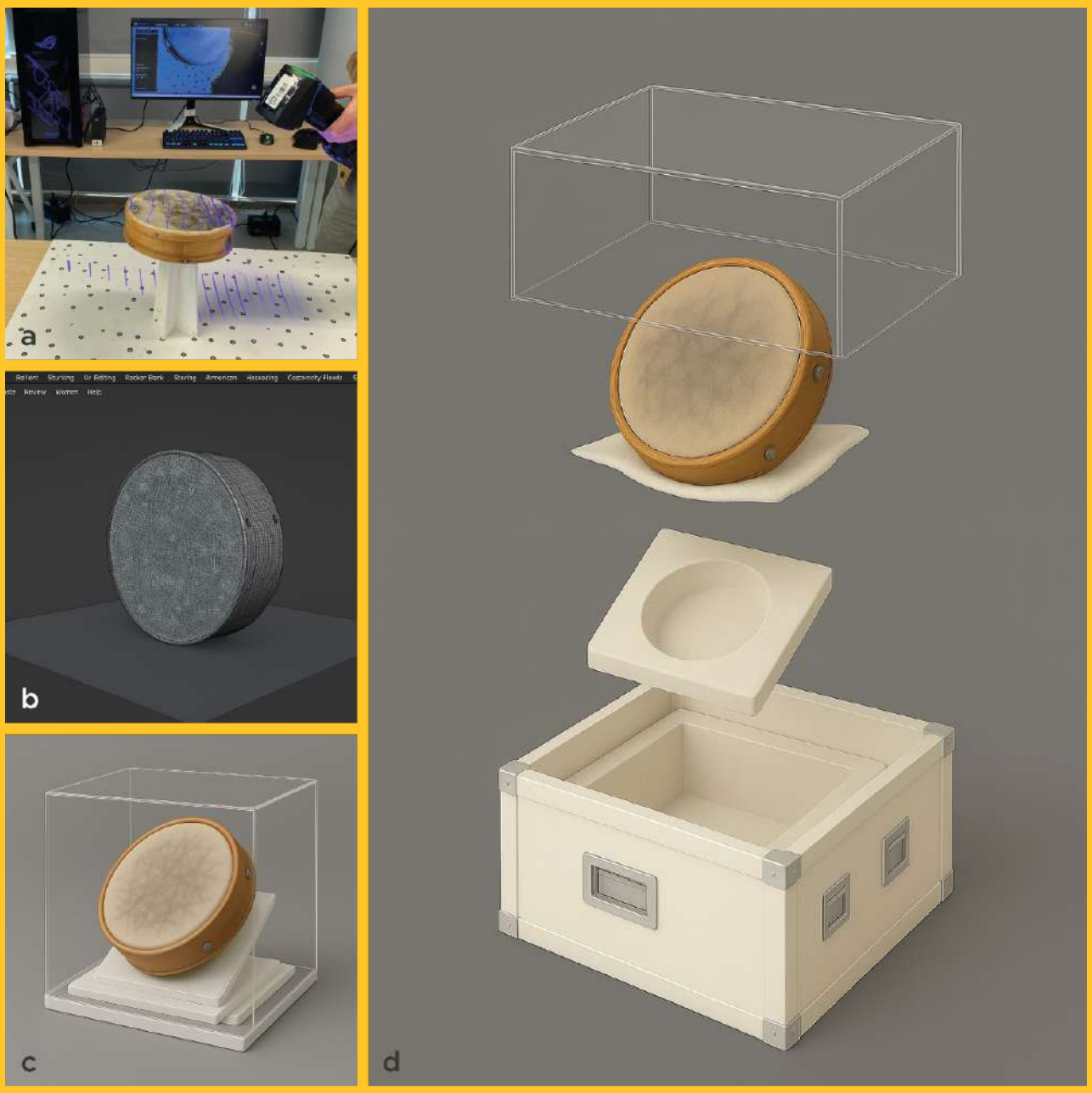
A partir de los análisis realizados, se identificaron tres aportaciones principales del escaneo 3D en el contexto de la conservación y diseño de embalajes.

- Precisión y detalle. La captura digital de alta precisión es esencial para la documentación y análisis sin contacto físico, preservando la integridad de las piezas.
- Modelado de soportes. Los modelos digitales generados permiten iteraciones de diseño de embalajes y soportes impresos en 3D, mejorando la estabilidad estructural y las posibilidades de exhibición.
- Simulaciones digitales. Posibilita la evaluación de soluciones de embalaje antes de su implementación, optimizando los procesos de conservación y reduciendo riesgos.

Impacto en el Diseño de Embalaje. La combinación de termoformado y escaneo 3D representa un avance significativo en la creación de embalajes individualizados para la conservación de acervos. Entre los beneficios destacan.

- Protección superior. La precisión del escaneo 3D y la capacidad de ajuste del termoformado proporcionan embalajes que ofrecen una protección efectiva contra daños físicos y ambientales.
- Innovación en conservación. La creación de modelos digitales y simulaciones permiten repensar y mejorar los métodos tradicionales de conservación.
- Eficiencia y sostenibilidad. La integración de ambas tecnologías optimiza recursos, reduce tiempos de desarrollo y permite reutilizar o ajustar soluciones existentes, haciendo el proceso más sostenible.

Figura 82
Aplicación del escaneo 3D para conservación y diseño de embalajes individualizados



La secuencia de imágenes muestra el uso del escaneo 3D en el análisis y digitalización de un objeto patrimonial: a) Captura de datos tridimensionales mediante escáner estructurado, b) Modelo digital obtenido con alto nivel de detalle, c) Propuesta de soporte para exhibición, d) Simulación de embalaje individualizado. Este proceso permite una documentación precisa y sin contacto físico, facilita el diseño de soportes estructurales mediante impresión 3D y posibilita simulaciones digitales previas a la fabricación del embalaje final. / © Alan Gómez.

Recomendaciones. Para aprovechar al máximo estas tecnologías, se sugieren las siguientes acciones.

- Exploración de nuevos materiales: Investigar continuamente materiales que mejoren el desempeño de los embalajes y respondan mejor a las necesidades específicas del acervo.
- Estudios adicionales: Realizar más pruebas comparativas que permitan optimizar los procesos de termoformado y escaneo, así como sus aplicaciones prácticas.
- Implementación práctica: Integrar estas soluciones en los procesos de conservación de museos universitarios, promoviendo su uso como parte de una estrategia tecnológica de preservación.

La adopción de tecnologías como el termoformado y el escaneo 3D representa un enfoque integral y adaptativo para la conservación de acervos. Estos métodos no solo garantizan una mayor protección para los objetos culturales, sino que también permiten a los museos universitarios actualizar y fortalecer sus prácticas, promoviendo la innovación, la eficiencia y la sostenibilidad en la preservación del patrimonio.

La simulación del prototipo de embalaje se compone de trece elementos organizados jerárquicamente, cada uno con funciones específicas orientadas a la conservación, protección y exhibición del bien. Estos elementos incluyen: una tapa rígida como parte superior de la caja máster; un capelo transparente para la visualización del objeto; una horma superior que evita su deformación; un espaciador que impide la presión directa sobre la pieza; dos capas de envoltura de material sintético no tejido; el bien patrimonial; una base termoformada de goma EVA con función amortiguante; una horma inferior que cumple dos propósitos: prevenir la deformación del objeto y servir como soporte de exhibición; una capa amortiguante de espumado de polietileno para estabilizar el conjunto; un contenedor estructural rígido; un termohigrómetro integrado para el monitoreo ambiental; y un código QR que permite el acceso remoto a información técnica, histórica o de montaje. Todos los componentes fueron seleccionados y diseñados para ser compatibles entre sí, conformando un sistema de embalaje reutilizable, individualizado y con un enfoque preventivo.

Página Siguiente:

Figura 83

Simulación expandida del prototipo de embalaje para la conservación del estudio de caso

La imagen muestra una representación expandida del sistema de embalaje diseñado para el resguardo y exhibición de bienes patrimoniales en museos universitarios. Se identifican los distintos componentes que lo integran, desde la capa superior hasta el contenedor base: tapa de la caja máster, capelo de exhibición, capas de envoltura y amortiguamiento, así como sensores y sistemas de consulta externa mediante código QR. Este tipo de diseño, resultado del uso combinado de tecnologías como el escaneo 3D, el modelado digital, la impresión aditiva y el termoformado, ofrece una solución integral orientada a la protección, conservación, documentación y visibilidad de las piezas. / © Alan Gómez.

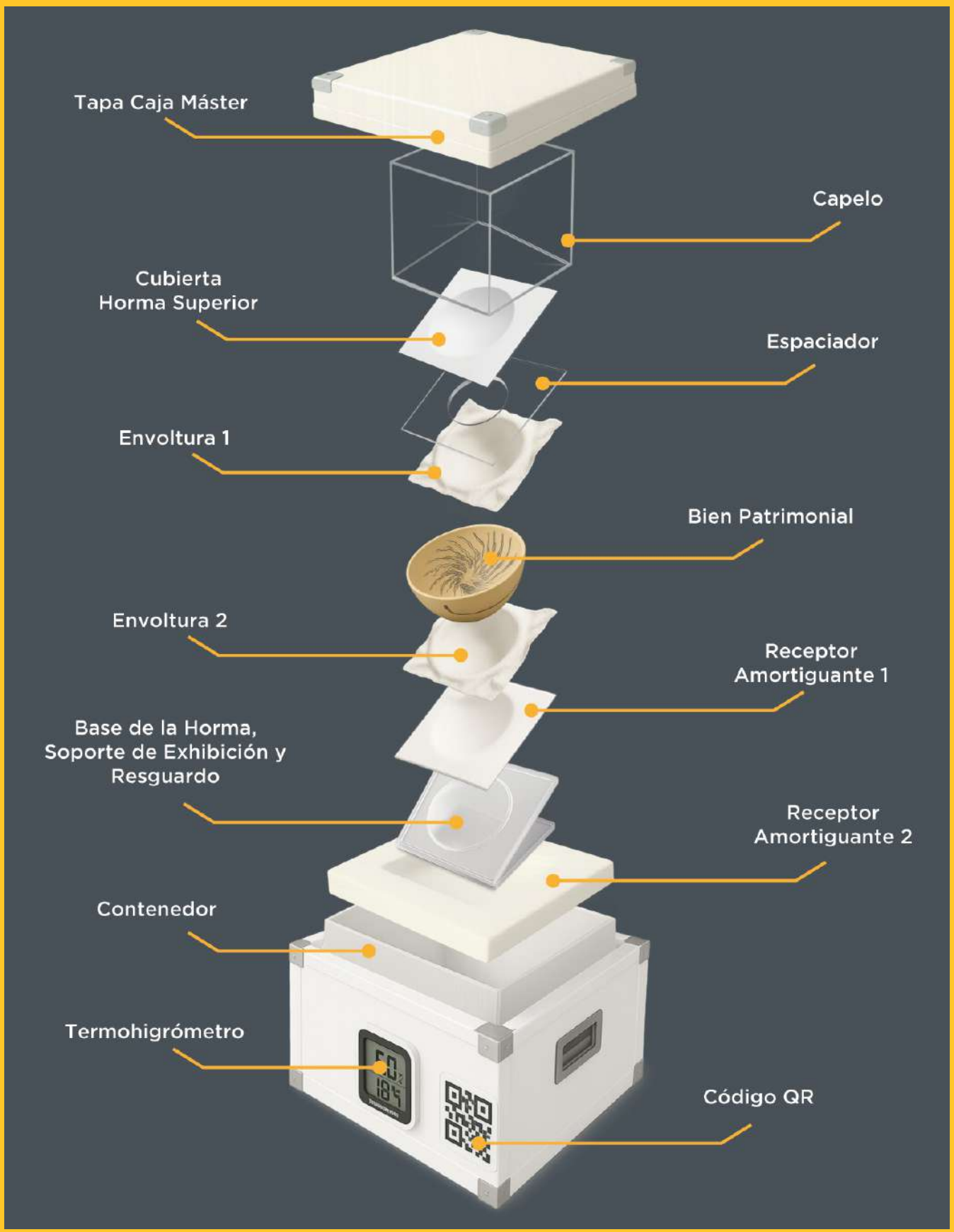
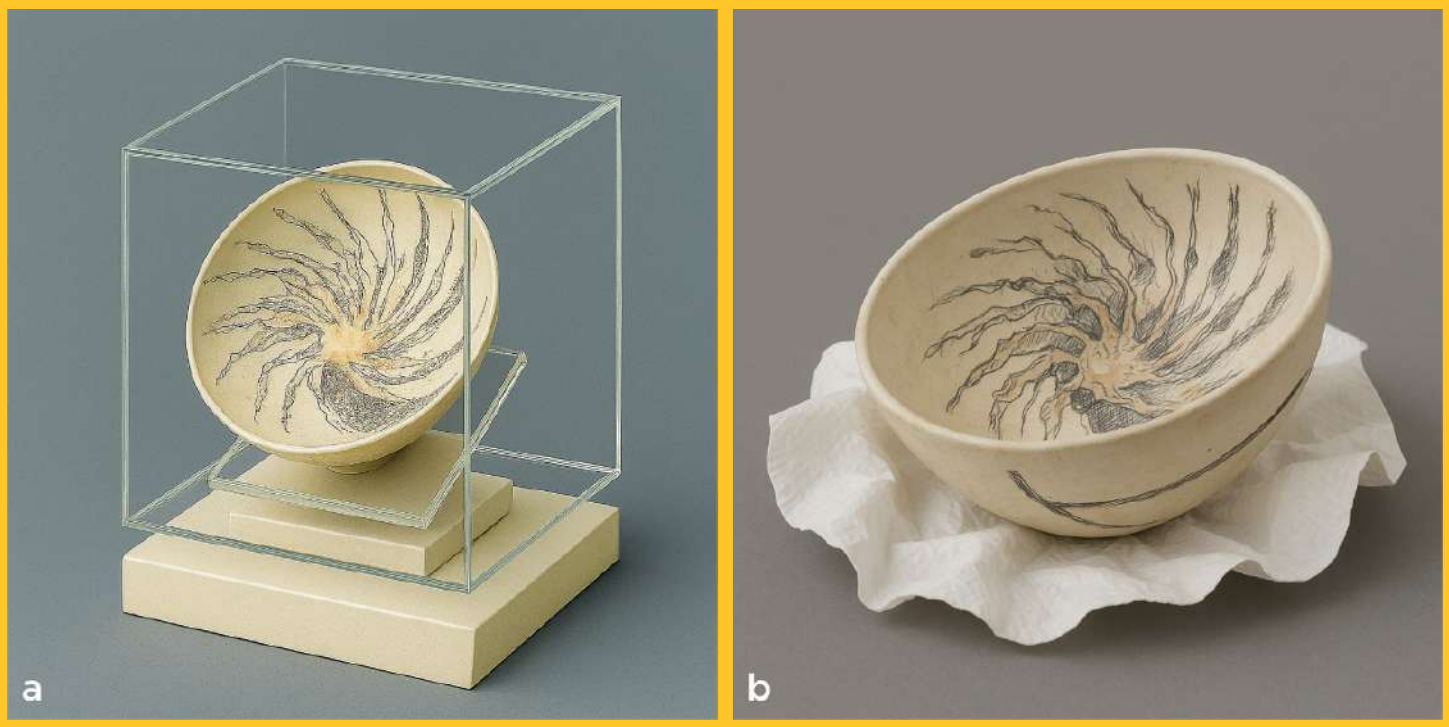

Tapa Caja Máster
Capelo
Cubierta
Horma Superior
Espaciador
Envoltura 1
Bien Patrimonial
Envoltura 2
Receptor
Amortiguante 1
Base de la Horma,
Soporte de Exhibición y
Resguardo
Receptor
Amortiguante 2
Contenedor
Termohigrómetro
Código QR

Figura 84
Embalaje integral para conservación, traslado y exhibición de bienes culturales



Vista general del sistema de embalaje individualizado diseñado para piezas patrimoniales. En (a) se observa la caja máster cerrada, equipada con herrajes metálicos, simbología internacional para el manejo de objetos frágiles, un termohigrómetro digital y un código QR para trazabilidad. En (b) se muestra la misma caja en vista expandida: en la parte superior se aprecia una capa de sintético no tejido como envoltura protectora; debajo, un capelo transparente que cubre el objeto de estudio montado sobre su soporte individualizado; todo ello contenido dentro de un receptáculo de coroplast que a su vez se encuentra dentro de la caja máster. Esta imagen sintetiza el propósito del embalaje: garantizar la conservación preventiva, el resguardo seguro y la posibilidad de exhibición inmediata del objeto sin necesidad de manipulaciones adicionales. / © Alan Gómez.

Figura 85
Elementos contenidos en el sistema de embalaje: soporte expositivo y envoltura de protección



En (a) se muestra una simulación del objeto de estudio montado sobre su soporte individualizado y protegido con un capelo transparente, como parte del sistema de exhibición contenido en la caja máster. En (b) se presenta una vista de la simulación del mismo objeto reposando sobre una envoltura de material sintético no tejido, que actúa como protección contra el polvo y la abrasión superficial. Ambas imágenes ilustran componentes internos del sistema de embalaje diseñado para garantizar la conservación preventiva y el montaje seguro del objeto durante su almacenamiento, traslado o exhibición. / © Alan Gómez.

Este capítulo ha documentado de manera detallada el proceso integral seguido para el diseño de embalajes individualizados orientados a la conservación del acervo de museos universitarios. Este recorrido metodológico incluyó desde el análisis preliminar de necesidades específicas de las piezas seleccionadas, hasta la aplicación de tecnologías avanzadas como el escaneo 3D, el modelado digital, la impresión aditiva y el termoformado.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la combinación de estas técnicas favorece un enfoque adaptativo y ético de la conservación, alineado con los principios contemporáneos propuestos por autores como Salvador Muñoz Viñas. En este marco, el embalaje deja de concebirse como un mero contenedor físico y se transforma en un dispositivo dinámico que actúa simultáneamente como herramienta de protección, de exhibición y de registro técnico-histórico.

La implementación del escaneo 3D permitió una documentación precisa y no invasiva de objetos frágiles, mientras que el modelado digital ofreció una plataforma para desarrollar simulaciones, pruebas de diseño y análisis colaborativo sin riesgo sobre los objetos originales. Por su parte, la impresión 3D posibilitó la creación de prototipos y soportes que fueron fundamentales para el ensayo de soluciones previas a su aplicación definitiva. Finalmente, el termoformado se consolidó como una técnica eficaz y versátil para generar embalajes ajustados a formas complejas, con materiales que equilibran resistencia, flexibilidad y accesibilidad.

El enfoque transdisciplinario, sustentado en la colaboración entre conservadores, diseñadores, museógrafos y técnicos especializados, fue clave para el desarrollo de soluciones funcionales, sostenibles y culturalmente pertinentes. Este modelo de trabajo promueve una conservación contextual, capaz de responder tanto a los requerimientos materiales de las piezas como a los valores simbólicos que representan.

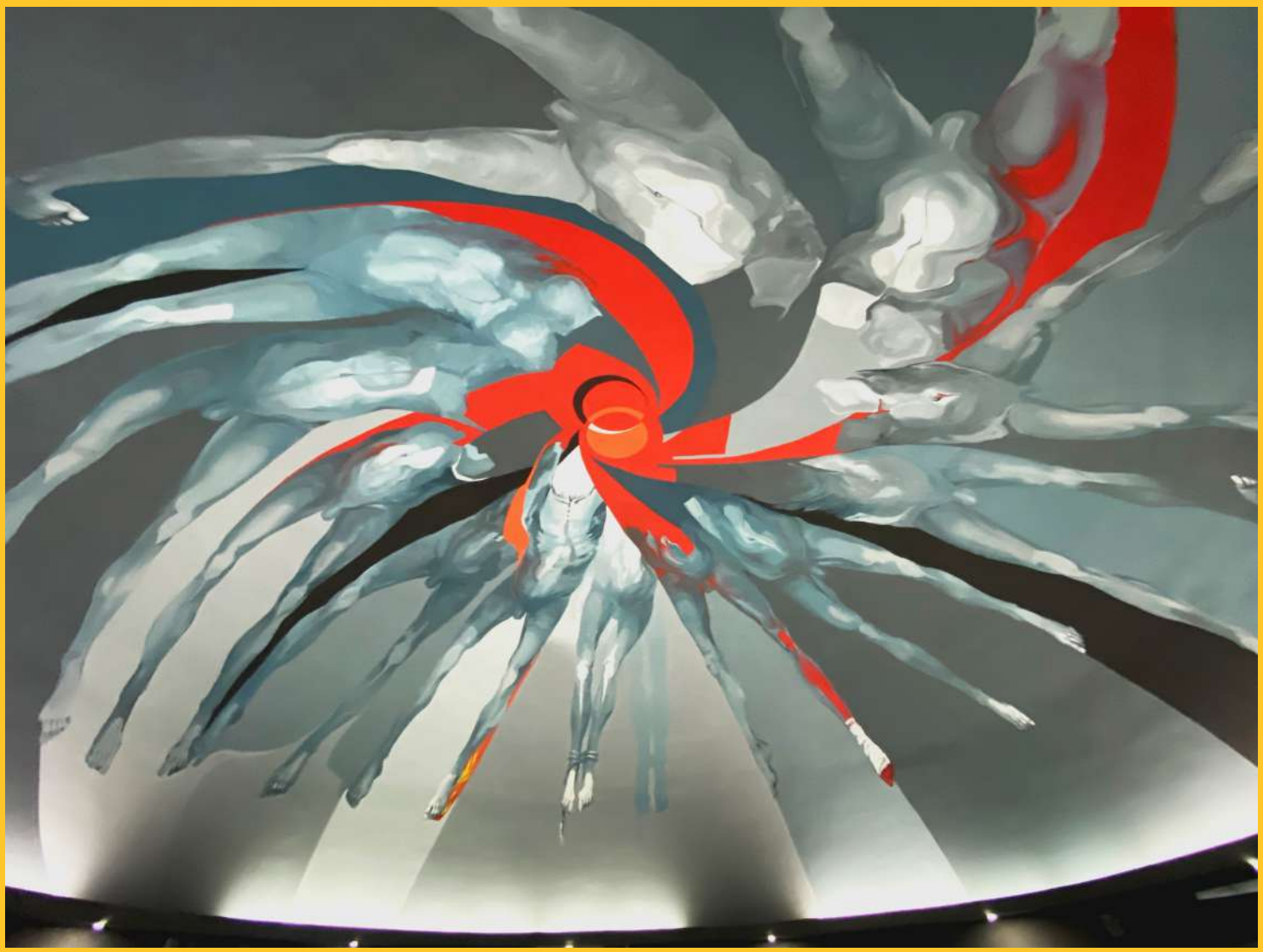
Página Siguiente:

Figura 86

Vistas del objeto de estudio: boceto de mural sobre media pelota de vinil

Composición de imágenes que muestran diferentes ángulos del objeto de estudio: media pelota de vinil intervenida con un boceto del mural de El Mtro. Leopoldo Flores. En la parte superior, de izquierda a derecha, se observa la vista inferior (boca abajo), la vista casi cenital y una vista lateral que permite apreciar tanto el volumen como el trazo del contorno. La imagen inferior presenta una vista en tres cuartos que revela con mayor detalle el diseño gráfico interior del boceto mural, caracterizado por líneas gestuales y zonas de sombreado que anticipan el lenguaje plástico del mural original. / © Alan Gómez.





Página anterior:

Figura 87
El Hombre Universal, mural en la cúpula del CICSyH-UAEMéx

Vista del mural *El Hombre Universal* (1989), obra monumental de El Mtro. Leopoldo Flores, pintada en la cúpula del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (CICSyH) de la UAEMéx. La obra representa una figura humana en movimiento expansivo, simbolizando la integración del pensamiento científico, humanista y artístico. Esta pieza mural se relaciona directamente con el boceto realizado sobre media pelota de vinil, utilizado como objeto de estudio en esta investigación para el diseño de un sistema de embalaje individualizado. / © Alan Gómez.

En conjunto, este capítulo no solo evidenció la viabilidad técnica del uso de tecnologías emergentes en el ámbito de la conservación preventiva, sino que también propuso un modelo replicable que puede ser implementado y adaptado en otros contextos museales universitarios. Así, el proyecto contribuye al fortalecimiento de una cultura de conservación más consciente, innovadora y comprometida con la preservación integral del patrimonio cultural universitario.

La experiencia documentada a lo largo de este capítulo reafirma que el diseño de embalajes para conservación no debe limitarse a la resolución técnica de problemas, sino que debe entenderse como una práctica proyectual con implicaciones éticas, sociales y culturales. En ese sentido, las tecnologías implementadas —desde la estereotomía hasta la impresión 3D— no solo ofrecen precisión y adaptabilidad, sino que habilitan nuevas formas de pensar la conservación desde una lógica contextual, participativa y sostenible. Este modelo, conjuga la innovación con el respeto por los bienes patrimoniales, abre la puerta a una conservación más sensible y comprometida con los desafíos contemporáneos del patrimonio cultural universitario.

Conclusiones



El proyecto Diseño de embalaje para acervo de museos universitarios con tecnología 3D demuestra que el diseño, cuando se orienta hacia fines de conservación preventiva y se apoya en tecnologías emergentes, puede ofrecer soluciones tangibles, éticas y sostenibles a problemas complejos de resguardo patrimonial.

PÁGINA ANTERIOR:
Soporte auxiliar multifuncional (manejo–exhibición–resguardo)

Simulación tipo render de una iteración de soporte: placa base termoformada y receptor semiesférico transparente que estabilizan la pieza, permiten su lectura y funcionan como sistema de embalaje, dispositivo de exhibición y elemento de resguardo. Propuesta en fase de simulación; no definitiva. / © Alan Gómez.

Conclusiones

La presente investigación confirma la pertinencia, viabilidad y efectividad de integrar tecnologías 3D en el diseño de embalajes individualizados como estrategia para la conservación del acervo en museos universitarios. A lo largo del desarrollo del proyecto, se demostró que la combinación entre escaneo, modelado e impresión tridimensional permite generar soluciones ajustadas a las necesidades específicas de cada objeto patrimonial, fortaleciendo los criterios de conservación preventiva mediante un enfoque transdisciplinario e innovador.

Figura 88

Trabajo colaborativo para la evaluación y escaneo del objeto de estudio



Sesión de trabajo entre integrantes de la Dirección de Museos Universitarios, del Museo Universitario Leopoldo Flores (MULF) y el Departamento de Restauración en el Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital de la FAD, UAEMéx. Durante la jornada se evaluó el objeto de estudio, se verificó el flujo de escaneo 3D (configuración del equipo, parámetros de captura y control de calidad) y se revisó la estabilidad del soporte empleado. La escena evidencia la integración de conservación, museografía, curaduría y laboratorio; forma parte de un conjunto más amplio de colaboraciones desarrolladas con distintos equipos y proyectos. / Fotografía, Arturo San Juan. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

Uno de los aportes más significativos del estudio radica en la adopción de un enfoque transdisciplinario que articula los saberes del diseño, la museografía, la ciencia de materiales y las tecnologías emergentes aplicadas a la conservación. Esta colaboración permitió optimizar no solo la protección física de las piezas, sino también la conservación de su integridad simbólica y estética. La documentación, análisis y reproducción digital de los objetos mediante escaneo 3D, así como el desarrollo de prototipos y soluciones de embalaje por impresión 3D, ofrecieron niveles de detalle y adaptabilidad que superan los métodos tradicionales de resguardo y manejo.

Figura 89
Organización previa al escaneo 3D del conjunto de estudio



Trabajo colaborativo entre la Dirección de Museos Universitarios y el equipo del Museo Universitario Leopoldo Flores (MULF) para la selección, distribución y protección de las piezas antes de su digitalización. Se ordena el conjunto (piedras pintadas), se acondiciona con láminas y acolchados, y se definen la secuencia de captura, codificación y manipulación segura. Esta fase garantiza trazabilidad, estabilidad y eficiencia en el escaneo de un objeto de estudio de mayor complejidad. / ©Alan Gómez. Fotografía tomada en FAD, Laboratorio de Realidad Virtual y Edición Digital, UAEMéx.

El estudio de caso seleccionado —un boceto para mural pintado sobre media pelota de vinil, resguardado en el Museo Universitario Leopoldo Flores— evidenció la aplicabilidad y beneficios del enfoque metodológico. La forma particular del objeto, su fragilidad y su valor como punto de partida del proceso artístico de un mural monumental, plantearon desafíos concretos de protección y exhibición que fueron abordados exitosamente con herramientas tecnológicas y criterios de diseño centrados en la conservación. Asimismo, el análisis preliminar de otros objetos con requerimientos distintos (el pandero con dibujo sobre la membrana de piel, la serie de piedras de río pintadas, las piezas de gabinetes científicos y el acervo en líquido) permitió comprobar la flexibilidad y adaptabilidad de la metodología propuesta.

Figura 90
Revisión transdisciplinaria de prototipos de embalaje para acervo cultural



Sesión de evaluación con una alumna de la Licenciatura en Diseño Industrial (FAD-UAEMéx) para su proyecto de titulación: diseño de un sistema de embalaje para una serie de objetos del patrimonio universitario. Se verifica con calibrador el ajuste de soportes y tolerancias, mientras en la mesa se observan contenedores modulares con sintético no tejido como protección. El enfoque transdisciplinario —diseño, conservación y museografía— asegura soluciones adaptadas a las necesidades de cada pieza. / Fotografía, María Luz González. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Desde una perspectiva ambiental y ética, el proyecto promovió un cambio de paradigma en el uso de materiales para embalaje, transitando del uso de insumos desechables como el hule burbuja hacia soluciones reutilizables y reciclables. Esta toma de conciencia sobre la sostenibilidad reafirma la necesidad de integrar criterios ecológicos en las estrategias de conservación patrimonial. La elección de materiales con bajo impacto ambiental y la incorporación de principios de reutilización evidencian que es posible conservar el patrimonio cultural respetando también al entorno.

En términos metodológicos, el desarrollo de una ruta de trabajo que incluyó pruebas de materiales, simulaciones virtuales, escaneo digital, modelado tridimensional, impresión y termoformado permitió validar una propuesta integral de diseño aplicada a la conservación preventiva. Esta metodología demostró ser sólida ante imprevistos —como el cambio de objeto de estudio—, adaptándose con éxito a diferentes escenarios y necesidades específicas. Lejos de debilitar el proyecto, estos desafíos fortalecieron su estructura metodológica y pusieron en evidencia la relevancia de contar con herramientas flexibles y base sólida.

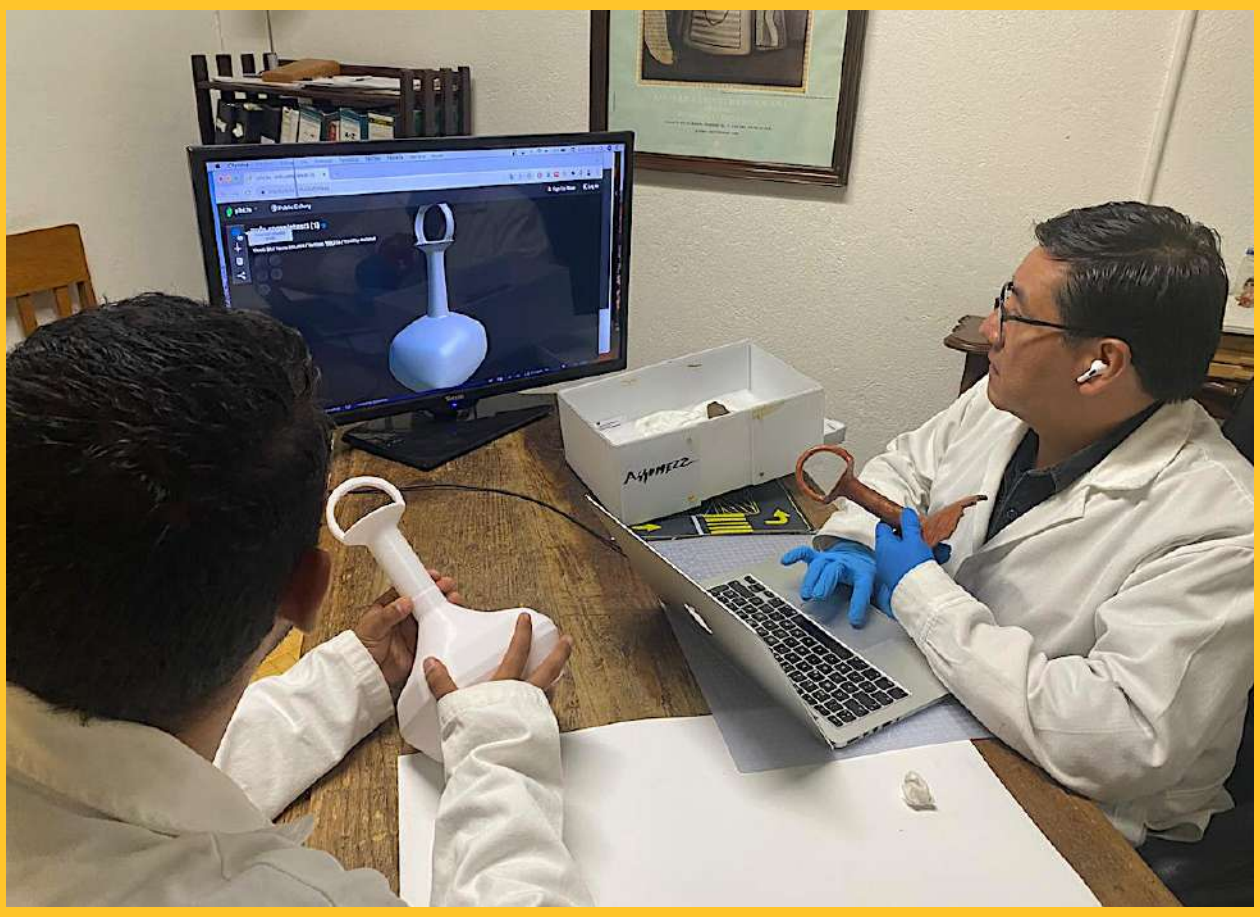
Figura 91
Diseño de soporte de manejo (molde–contramolde) para pieza arqueológica



Alumna de la Licenciatura en Arqueología (UAEMéx, Unidad Académica de Tenancingo) colaborando en el Taller de Restauración, asesorada y con dirección técnica de Alan Gómez en el desarrollo de un soporte de manejo basado en molde y contramolde, aislados con recubrimiento antiadherente, que permite la manipulación y el armado de la pieza con movilidad controlada tanto de su lado cóncavo como convexo. Esta experiencia sirvió como antecedente metodológico para el proyecto de investigación sobre embalaje y manipulación individualizada del acervo. / ©Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Asimismo, la investigación se desarrolló en sintonía con los principios establecidos en marcos normativos internacionales como la Carta de Venecia y la Carta de Nara, privilegiando intervenciones no invasivas, reversibles y respetuosas de la autenticidad material y simbólica de los objetos culturales. La aplicación de tecnologías tridimensionales reforzó esta postura al permitir soluciones precisas sin alterar las piezas originales, facilitando su manejo, traslado y exposición de manera segura.

Figura 92
Asesoría transdisciplinaria: original, impresión 3D y modelo digital



Sesión de asesoría con un alumno de la Licenciatura en Diseño Industrial (FAD-UAEMéx) para su proyecto de titulación sobre diseño de embalaje para acervo universitario. A la derecha se observa el objeto original con faltantes superiores al 50%; a la izquierda, su reproducción impresa en 3D; en pantalla, la reconstrucción digital del modelo. La línea de investigación Diseño de embalaje para acervo de museos universitarios con tecnología 3D impulsó la colaboración entre diseño, conservación y tecnologías de representación, y derivó en diversos proyectos de titulación e investigación. / Fotografía, María Luz González. Cortesía, Alan Gómez. Fotografía tomada en el Departamento de Restauración, UAEMéx.

Figura 93
Prototipo digital de sistema de embalaje–exhibición–resguardo con capelo y monitoreo ambiental



Simulación tipo render de una iteración del sistema multifuncional: caja rígida de polipropileno corrugado con capelo acrílico, soporte inclinado con cavidad semiesférica que estabiliza la pieza y favorece su lectura, termohigrómetro para control de temperatura y humedad. La configuración permite alternar entre manejo seguro, exhibición y resguardo; se presenta como variante en fase de diseño, no definitiva. / © Alan Gómez.

En el ámbito académico, la investigación contribuyó al fortalecimiento de capacidades técnicas y metodológicas en el uso de herramientas digitales para la conservación. Generó nuevas colaboraciones interinstitucionales y motivó el desarrollo de proyectos de titulación en áreas de diseño industrial, la museografía y la arqueología. Esta proyección académica y formativa evidencia el potencial multiplicador del trabajo realizado, no solo como un estudio de caso exitoso, sino como una base para construir redes interdisciplinarias orientadas a la preservación del patrimonio.

A pesar de los resultados positivos, el proyecto identificó limitaciones relevantes. La necesidad de equipos especializados, el acceso restringido a ciertas tecnologías y los tiempos acotados de investigación impusieron restricciones logísticas y operativas. No obstante, estas mismas condiciones abren nuevas áreas de oportunidad para explorar soluciones más accesibles y replicables en otros contextos, especialmente en instituciones con menos recursos. Futuras líneas de investigación podrían enfocarse en evaluar el impacto a largo plazo de los embalajes individualizados, probar materiales biodegradables y desarrollar herramientas de monitoreo que integren sensores para registrar variables ambientales como humedad, temperatura, vibración o geolocalización en tiempo real.

En definitiva, el proyecto *Diseño de embalaje para acervo de museos universitarios con tecnología 3D* demuestra que el diseño, cuando se orienta hacia fines de conservación preventiva y se apoya en tecnologías emergentes, puede ofrecer soluciones tangibles, éticas y sostenibles a problemas complejos de resguardo patrimonial. La propuesta metodológica desarrollada no solo atiende las demandas inmediatas de protección y conservación, sino que también contribuye al fortalecimiento de la identidad universitaria, al cuidado de la memoria institucional y a la transmisión responsable del legado cultural a las generaciones futuras.

Referencias

Alarcón, E. (2019). Naturaleza y cultura en santo Tomás de Aquino. *Revista española de teología*, 79, 397–405. http://www.corpusthomisticum.org/it/

Altieri Megale, A. (2001). ¿Qué es la cultura? *La Lámpara de Diógenes*, 2(004), 15–20.

Andrea Menéndez Menéndez. (2019). Aproximación histórica y tipológica al uso del azabache, y otros materiales afines, durante la época romana y la Tardoantigüedad en la península ibérica. *NAILOS Estudios Interdisciplinares de Arqueología*, 6, 123–203.

Baudrillard, J. (1969). *El sistema de los objetos*.

Becerra Angulo, Jorge. A. (2009). *Conservación y preservación de objetos culturales cerámicos*.

Bestué Cardiel, I., Gutiérrez Carrillo, M. L., & Cortés Puya, T. (2022). La alcazaba de Guadix como modelo de conservación preventiva. Recuperación e integración social de la arquitectura fortificada. *II Simposio de Patrimonio Cultural ICOMOS España*, 643–653. https://doi.org/10.4995/Icomos2022.2022.15454

Boas, F. (1964). Antropología cultural.

Brandi, C. (2019). La restauración, Publicación original: Cesare Brandi (1963) "Restauro", in: Enciclopedia Universale dell'Arte, Volume XI, Istituto Collaborazione Culturale, Venezia/Roma, cc. 322-332. Traducción de Ascensión Hernández Martínez y Valerie Magar. Conversaciones…, 5(7), 31–50.

Canivell, J., Mascort-Albea, E. J., Cabrera-Revuelta, E., Romero-Hernández, R., Jaramillo-Morilla, A., & Serrano-Chacón, Á. (2020). Marco metodológico para la conservación preventiva de murallas históricas emplazadas en contextos urbanos. Normalización de datos espaciales relativos a la muralla medieval de Sevilla (España): el caso del sector de la Macarena[1]. *Ge-conservacion*, 18(1), 44–55. https://doi.org/10.37558/gec.v18i1.762

Cano Díaz, E., Mesa Bribian, E., Ramírez Barat, B., Menéndez García, J. M., Rodrigo Ferrán, J. A., & Barbero Álvarez, M. A. (2023). TIC y ciencia ciudadana para la conservación preventiva del patrimonio: el ejemplo del proyecto MIPAC-CM. *revista PH*, 109, 159–161. https://doi.org/10.33349/2023.109.5334

Casado Rigalt, D. (2020). *El coleccionismo desde la prehistoria hasta el siglo XVI: entre la motivación religiosa, el deleite artístico, los códigos de exhibición y el negocio*.

Ceballos Enríquez, L. (2013). Materiales, soportes y aspectos técnicos. En A. Tomás Hernández (Ed.), *Frágil. Curso sobre manipulación de bienes culturales* (pp. 32–43). Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones.

Chávez Gómez, J. M. A. (2017, mayo 30). *El Peñón de los Baños: Prehistoria e Historia en la Ciudad de México* [Broadcast]. Radio INAH.

Di Bella, D. V. (2022). Museografía: El Arte de la Puesta en Escena. *Cuaderno 177, Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* [Ensayos]174, 25(177), 1–174.

Durham, E. R. (1998). Cultura, patrimonio, preservación. *Alteridades*, 8(16), 131–136.

Elgueta Ortega, J., Naranjo Mogollones, N., & de la Calle Morales, F. (2022). *Catálogo de materiales para embalaje. Conservación de objetos patrimoniales* (C. Unidad de Patrimonio Arqueológico y Etnográfico, Ed.; Primera).

Fiallos Quintero, B. (2019). El concepto de cultura como fundamento de nuevos valores: una visión pluralista. *Revista Científica UISRAEL*, 6(3), 101–111. https://doi.org/10.35290/rcui.v6n3.2019.129

García Canclini, N. (1997). *Ideología, cultura y poder* (2a ed.).

García Serrano, F. (2000). La formación histórica del concepto de museo. *El museo imaginado*, 39–62.

Geertz, C. (2003). *La interpretación de las culturas* (12a ed.). Gedisa editorial.

Hernández Hernández, F. (1994). *Manual de museología*. 1–221.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill, Ed.; 6a ed.).

Hernández-Muñoz, Ó., Sterp Moga, E., & Sánchez-Ortiz, A. (2023). Estrategias innovadoras mediante escáner de luz estructurada para la digitalización en situaciones complejas de modelos anatómicos didácticos. *Ge-conservacion*, 23(1), 53–64. https://doi.org/10.37558/gec.v23i1.1110

Herráez, J. A., Pastor, M. J., & Durán, D. (2019). *Guía para la elaboración e implantación de planes de conservación preventiva*. Ministerio de Cultura y Deporte.

Jaramillo, V. R. (2020). Hermenéutica simbólica. En *Perseitas* (Vol. 8). Universidad Catolica Luis Amigo. https://doi.org/10.21501/23461780.3674

Jesus, M., Teixeira, J., Guimarães, A. S., Rangel, B., & Alves, J. L. (2025). From 3D survey data of cultural heritage artefacts to 3D-printed prototypes based on cement and lime-based mortars. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 37, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.daach.2025.e00412

Jokilehto, J. (2015). ¿Qué es la Conservación Moderna? *Conversaciones…*, 1(1), 40–52.

Kantaros, A., Ganetsos, T., & Petrescu, F. I. T. (2023). Three-Dimensional Printing and 3D Scanning: Emerging Technologies Exhibiting High Potential in the Field of Cultural Heritage. *Applied Sciences*, 13(8), 1–26. https://doi.org/10.3390/app13084777

Lévi-Strauss, C. (1995). *Antropología estructural* (2a ed.). ediciones PAIDOS.

López Lujan, L., & Santos, A. (2012). Un tesoro de Cuernavaca: La colección arqueológica de Milton Arno Leof. *El Tlacuache*, 1–4.

Madrid Alanís, Y. (2019). Una interpretación sobre las ideas de Cesare Brandi en la Teoría de la restauración. *Conversaciones…*, 5(7), 95–117.

Magar Meurs, V., Rojas Vences, M., & Peñuelas Guerrero, G. (2019). Documento de Nara sobre autenticidad (1994). *Conversaciones…*, 8, 253–256.

Mandoki, K. (2008). *Estética cotidiana y juegos de la cultura: Prosaica l*. Conaculta.

Marco Such, M. (1997). *Estudio y análisis de los museos y colecciones museográficas de la provincia de alicante*.

Marín García, T. (2013). *Arte, creatividad y diseño* (UOC, Ed.).

Marín Torres, M. T. (1999). La documentación museográfica en el Reino Unido. *Imafronte*, 141–154.

Massó Guijarro, E. (2006). La identidad cultural como patrimonio inmaterial: Relaciones dialécticas con el desarrollo. *Theoria, ciencia, arte y humanidades, 15*(001), 89–99.

Ministerio de Cultura del Perú. (2020). Recomendaciones para el embalaje de bienes culturales. En Dirección General de Defensa del Patrimonio Cultural (Ed.), *Instructivo de manipulación, embalaje, transporte y almacenaje de bienes del Patrimonio Cultural en procesos de Recuperación, Restitución y Repatriación* (pp. 19–24).

Munari, B. (2004). *¿Cómo nacen los objetos?* (10a ed.). Gustavo Gilí.

Muñoz Viñas, S. (2003). *Teoría contemporánea de la Restauración* (Editorial Síntesis, Ed.).

Occelli, C. L. M. (2019). La tradición de Brandi. Traducción de Irene Ruiz Bazán. *Conversaciones…*, 5(7), 286–305.

Oliva Puertas, M. (2013). Soportes individuales en la exposición de bienes culturales. En A. Tomás Hernández (Ed.), *Frágil. Curso sobre manipulación de bienes culturales* (pp. 106–119). Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones.

Ontiveros Ortega, E. (2000). Materialidad en el Tesauro de Patrimonio Histórico Andaluz. *Revista PH*, 31, 146–150.

Ortega Ortega, A. (2004). Embalajes y materiales para el transporte de obras de arte. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 16, 60–62.

Ostau de Lafont, A. (2015). Recomendaciones para el embalaje de bienes culturales. En Ministerio de Cultura (Ed.), *Guía para manipulación, embalaje, transporte y almacenamiento de bienes culturales muebles* (pp. 32–42). Ministerio de Cultura de Colombia.

Peña Tenorio, M. B. (2013). Conservación preventiva y patrimonio cultural. *Gaceta de museos*, 56, 4–7.

Pesantes Rivera, M. (2022). La regulación jurídica y la protección del patrimonio cultural inmueble en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 3769–3796. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2496

Pesantez Arguello, M. J., & Aguirre Ullauri, M. D. C. (2022). Propuesta para un plan de conservación preventiva. Caso de estudio edificio La Quinta (Cuenca, Ecuador). *Devenir - Revista de estudios sobre patrimonio edificado, 9*(17), 127–148. https://doi.org/10.21754/devenir.v9i17.1311

Philippot, P. (2015). La obra de arte, el tiempo y la restauración. *Conversaciones…*, *1*(1), 18–26.

Poveda Martínez, A. M. (2018). La institución del museo: origen y desarrollo histórico. *Publicaciones didácticas*, 96, 80–112.

Ramírez G, A. (2013). Nuevos almacenes de colecciones. *Gaceta de museos*, 30–32.

Real Academia Española. (2024). *Definición de transustanciación* . https://dle.rae.es/transustanciaci%C3%B3n.

Rico Mansard, L. F. (2003). Entre gabinetes y museos. Remembranza del espacio universitario. *Perfiles Educativos, XXV*(101), 66–96. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13210105

Robles Cairo, C., Calderón Aguilera, C. M., & Herman Barrera, M. (2023). El patrimonio arquitectónico: definición y preservación architectural heritage: definition and preservation. *South Florida Journal of Development*, 4(4), 1455–1472. https://doi.org/10.46932/sfjdv4n4-001

Rodríguez Morales, U. (2006). De la embriaguez que viene de la tierra: el oráculo de Delfos. *Elementos*, 64, 43–51.

Rosado de Rueda, F. (2017). *El coleccionismo desde el punto de vista de la antropología*.

Rosado Torres, A. (2019). La gestión y puesta en valor de la zona arqueológica de Uxmal, sitio patrimonio mundial de la UNESCO. *Hereditas, 29*, 1–100.

Sánchez Fernández, A. J., & Prado-Campos, B. (2019). Diseño de embalajes para objetos culturales: método de plantillas por fotogrametría. *Conservar Património, 32*, 8–17. https://doi.org/10.14568/cp2018016

Santabárbara Morera, C. (2019). Cesare Brandi y el arte moderno: teoría. estética y restauración. Una dialéctica tormentosa. *Conversaciones…*, *5*(7), 229–248.

Tejada Estrada, G. C., Cruz Montero, J. M., Uribe Hernandez, Y. Cecilia., & Rios Herrera, J. J. (2019). *Estrategias de innovación para el desarrollo organizacional*.

Tylor, E. B. (1976). *Cultura Primitiva*. Ayuso.

UNESCO. (2006). *Compendio de leyes sobre la protección del patrimonio cultural Guatemalteco*,. Unesco.

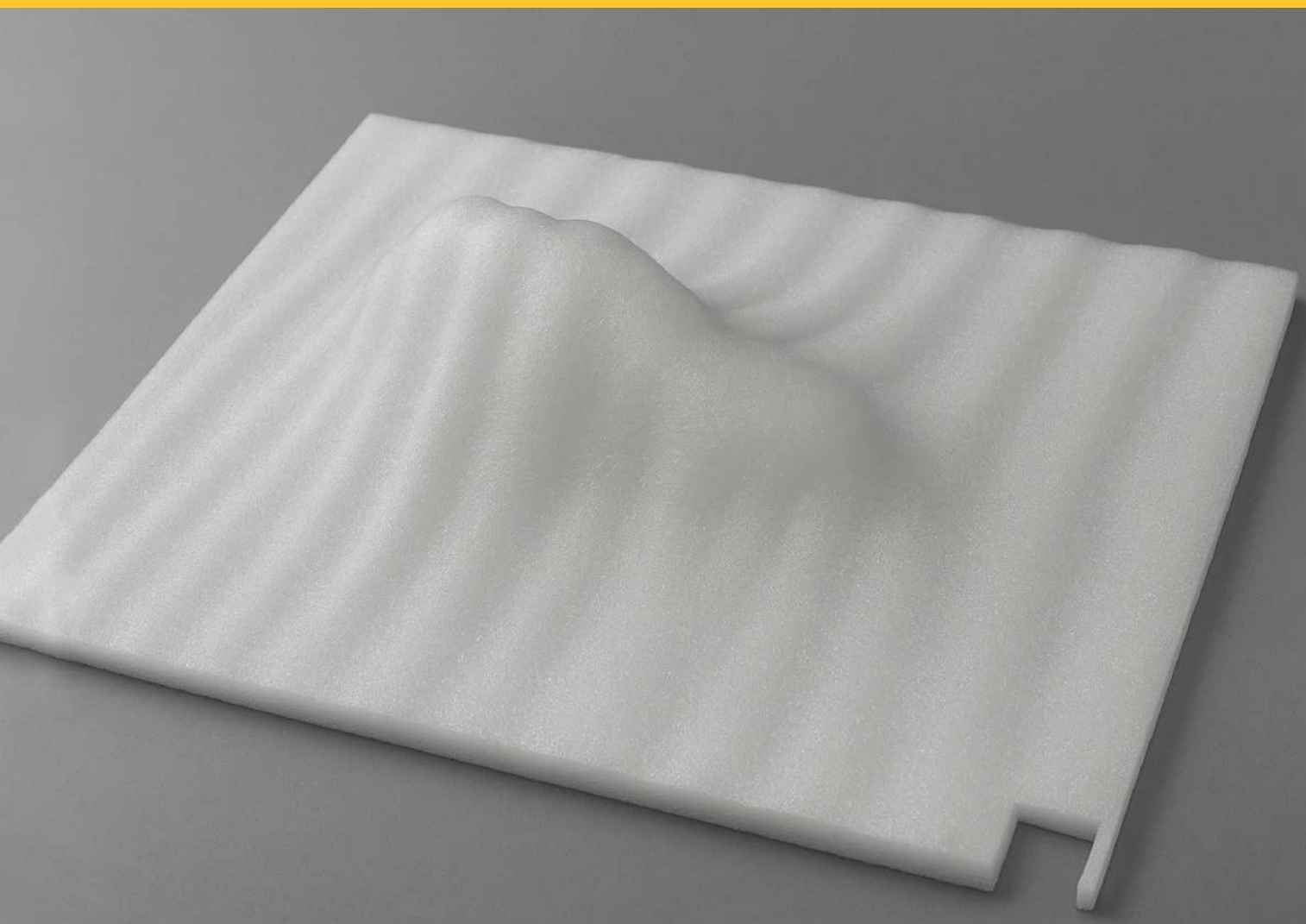
Universidad Autónoma del Estado de México. (2021). *Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México*.

Universidad Autónoma del Estado de México. (2022a). *Reglamento de Difusión Cultural de la Universidad Autónoma del Estado de México*.

Universidad Autónoma del Estado de México. (2022b). *Reglamento del Patrimonio Cultural Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de México*. En Gaceta Universitaria: Vol. XXXVIII (Número 324).

Wong, W. (2011). *Fundamentos del diseño* (17a ed.).

Glosario



Sistema de embalaje. Conjunto de elementos y materiales que, en su combinación, permiten proteger, soportar y contener una pieza durante su almacenamiento, transporte o exhibición. Incluye soportes, capas protectoras, cierres y dispositivos de monitoreo.

PÁGINA ANTERIOR:
Prueba de termoformado en espuma de polietileno
Resultado de una de las pruebas de laboratorio realizadas con modelos de prototipo para conformar el amortiguante individualizado mediante termoformado sobre espuma de polietileno. Ensayo efectuado en el Taller de Plásticos de la FAD, UAEMéx, como parte del desarrollo del sistema de embalaje. / © Alan Gómez.

Glosario

TÉRMINOS TÉCNICOS Y CONCEPTUALES

Acervo patrimonial. Conjunto de bienes culturales, artísticos o documentales que forman parte del patrimonio de una institución. En esta investigación, hace referencia a las piezas custodiadas por los museos universitarios, con valor histórico, estético y educativo.

Caja de conservación. Contenedor elaborado con materiales neutros, estables y resistentes, diseñado para almacenar bienes patrimoniales de forma segura. Puede incluir elementos internos de soporte, cierre controlado y monitoreo ambiental.

Capelo. Estructura protectora, generalmente transparente, que se coloca sobre un objeto para resguardarlo del polvo, humedad y otros agentes externos. Puede estar elaborada en acrílico, vidrio u otros materiales resistentes.

Código QR. Matriz de puntos legible mediante dispositivos digitales, que permite acceder a información codificada. En este proyecto, se utiliza para vincular datos técnicos del embalaje, condiciones ambientales o registros de conservación de las piezas.

Conservación preventiva. Conjunto de acciones indirectas orientadas a minimizar el deterioro de los bienes culturales sin intervenir físicamente sobre ellos. Incluye control ambiental, manejo adecuado, almacenamiento y diseño de embalajes.

Diseño centrado en el objeto. Metodología de diseño que parte del análisis minucioso del objeto a proteger para generar soluciones específicas de embalaje, considerando sus dimensiones, fragilidad, forma y contexto museográfico.

Diseño de embalaje. Proceso que integra criterios funcionales, estéticos y técnicos para crear soluciones que protejan objetos durante su manipulación, transporte o almacenamiento, considerando sus características físicas y condiciones de conservación.

Diseño replicable. Estrategia de diseño orientada a generar soluciones que, si bien responden a un caso específico, pueden ser adaptadas y reproducidas para otras piezas con características similares. Busca equilibrio entre individualización y estandarización.

Ensayo de materiales. Procedimiento experimental para evaluar el comportamiento físico, químico o mecánico de materiales utilizados en embalaje o conservación. Permite seleccionar opciones adecuadas según las necesidades de protección y compatibilidad con el objeto.

Escaneo 3D. Proceso de captura tridimensional que permite registrar digitalmente la forma, dimensión y geometría de un objeto. Se emplea como base para el modelado y la generación de prototipos adaptados al embalaje de piezas únicas.

Espaciador. Elemento colocado entre la superficie de una pieza y su embalaje o sistema de soporte, cuya función es evitar el contacto directo, reducir la fricción y permitir circulación de aire. Puede estar hecho de materiales neutros y flexibles.

FDM (Fused Deposition Modeling). Técnica de impresión 3D que deposita material termoplástico fundido capa por capa para crear objetos físicos. Fue utilizada en este proyecto para desarrollar prototipos funcionales de sistemas de embalaje.

Horma. Molde o forma tridimensional que replica o complementa las características del objeto a contener. En embalaje, se utiliza para generar cavidades de soporte que estabilizan la pieza dentro del contenedor.

Impresión 3D. Técnica de fabricación aditiva mediante la cual se crean objetos físicos tridimensionales a partir de modelos digitales. Permite generar estructuras precisas, adaptadas a las dimensiones y necesidades de conservación de cada pieza.

ISO 780. Norma internacional que define símbolos para el manejo, transporte y almacenamiento de embalajes. Su aplicación permite comunicar advertencias o condiciones específicas sin depender del lenguaje escrito.

Modelado digital. Proceso de creación de representaciones tridimensionales de objetos mediante software especializado. Permite analizar, modificar y adaptar las formas antes de su impresión o termoformado, facilitando el diseño de soluciones individualizadas.

Modelo replicable. Prototipo o solución diseñada con criterios estandarizables que pueden adaptarse o reproducirse en otros contextos o para otras piezas similares. Su desarrollo busca eficiencia, escalabilidad y transferencia de conocimiento.

Obra con requerimientos específicos. Pieza patrimonial cuyas características físicas o simbólicas demandan soluciones únicas de conservación, exhibición o embalaje, ya sea por su fragilidad, su morfología, su técnica de elaboración o su valor documental.

Patrimonio universitario. Conjunto de bienes tangibles e intangibles que forman parte de la historia, identidad y labor académica de una universidad. Incluye acervos artísticos, científicos, documentales y tecnológicos resguardados en museos y colecciones.

Polietileno. Polímero plástico de alta resistencia y baja reactividad, utilizado en conservación para fabricar espumas, láminas y bolsas. Su versión expandida se emplea comúnmente en soluciones de soporte y protección.

Pieza anatómica con requerimientos específicos: evaluación para embalaje multifuncional



Registro de un acervo biológico de alta sensibilidad durante la revisión técnica previa al diseño de su sistema de embalaje individualizado. La metodología propuesta, de enfoque interdisciplinario, contempla protocolos de manipulación, soportes a medida y materiales estables para manejo, exhibición y resguardo, considerando sus condiciones particulares. / © Alan Gómez.

Prototipado. Etapa del proceso de diseño en la que se elaboran versiones físicas o digitales preliminares para evaluar formas, materiales y funciones antes de producir la solución final. Facilita la validación de diseños individualizados.

Registro fotogramétrico. Técnica de documentación visual basada en la toma de múltiples fotografías desde diferentes ángulos para generar modelos 3D o mapas detallados de un objeto. Es útil para el análisis formal, diagnóstico y archivo de piezas patrimoniales.

Reversibilidad. Principio de conservación que establece que toda intervención o solución aplicada a un bien cultural debe ser reversible o, al menos, no impedir futuras acciones de conservación sin dañar el objeto original.

Retratabilidad. Cualidad de una intervención o solución aplicada sobre un bien cultural que puede ser retirada, parcial o totalmente, sin comprometer la integridad del objeto. Se vincula con el principio de reversibilidad y permite futuras acciones de conservación.

RFID (Radio Frequency Identification). Tecnología de identificación basada en el uso de etiquetas electrónicas y radiofrecuencia. Puede incorporarse a sistemas de embalaje para monitorear ubicación, condiciones o historial de las piezas conservadas.

Simulación digital. Recreación virtual de procesos o condiciones físicas aplicadas a un objeto o entorno. En conservación, permite anticipar efectos de diseño, manipulación o almacenaje sin poner en riesgo la pieza real.

Sintético no tejido. Material compuesto de fibras sintéticas compactadas sin tramas ni urdimbres. Se caracteriza por su resistencia, transpirabilidad y bajo desprendimiento de partículas, siendo ideal para uso en conservación preventiva.

Sistema de embalaje. Conjunto de elementos y materiales que, en su combinación, permiten proteger, soportar y contener una pieza durante su almacenamiento, transporte o exhibición. Incluye soportes, capas protectoras, cierres y dispositivos de monitoreo.

Slicer 3D. Software que traduce un modelo tridimensional en instrucciones por capas para una impresora 3D. Divide el modelo en secciones horizontales y genera el código que guía el proceso de impresión capa por capa.

Termoformado. Técnica de moldeo de materiales plásticos mediante el calentamiento y adaptación sobre una forma específica. Se utiliza en este proyecto para crear estructuras de soporte personalizadas y ligeras para las piezas.

Termohigrómetro. Instrumento que registra de manera continua la temperatura y la humedad relativa en un espacio. Su uso es común en museos, almacenes y cajas de embalaje con monitoreo ambiental.

Estereotomía. Disciplina que estudia el corte y ensamblaje de cuerpos sólidos, especialmente en piedra, madera o materiales constructivos. En el contexto del diseño de embalaje, se aplica al análisis geométrico de volúmenes y estructuras que deben adaptarse al contorno de piezas específicas.

Simulación volumétrica. Recreación tridimensional de un objeto o conjunto mediante modelos digitales que permiten evaluar su comportamiento espacial, proporciones, relaciones con el entorno y compatibilidad con estructuras de embalaje.

Simulación digital. Recreación virtual de procesos o condiciones físicas aplicadas a un objeto o entorno. En conservación, permite anticipar efectos de diseño, manipulación o almacenaje sin poner en riesgo la pieza real.

Simulación digital de embalaje multifuncional (manejo–exhibición–resguardo)



Render de un embalaje individualizado compuesto por caja rígida con base rodante, vitrina acrílica y monitoreo ambiental integrado (termohigrómetros y código QR). Estas simulaciones permiten visualizar configuraciones, anticipar errores y detectar áreas de mejora antes de la fabricación del prototipo final. / © Alan Gómez.

A. Anexos


MAESTRÍA EN
DISEÑO
Acreditación PNPC y CONACyT
Reconocido por el Sistema Nacional de Posgrados (SNP)
UAEM
Diseño de embalaje para conservación de acervo
MAESTRIA EN DISEÑO 2023-2025
Proyecto de investigación: Diseño de embalaje para conservación de acervo de Museos Universitarios.
Investigador: Alan Gerardo Gómez Jiménez / Departamento de Conservación, Museos Universitarios / Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)
Objetivo: Este cuestionario busca recopilar opiniones y prácticas actuales en el manejo y almacenamiento de acervos universitarios para mejorar el desarrollo de soluciones innovadoras de embalaje.
Instrucciones para Completar el Cuestionario
Por favor, dedique aproximadamente 10-15 minutos para completar este cuestionario. Cada pregunta ha sido diseñada para recopilar información valiosa sobre prácticas actuales de manejo y conservación de acervos universitarios. Le pedimos responder con la mayor precisión posible. No hay respuestas 'correctas' o 'incorrectas'; su experiencia y opinión son lo que buscamos entender. En caso de preguntas que no apliquen a su situación, seleccione 'No aplica' o deje en blanco si esa opción está disponible.
Consentimiento Informado
La participación en este cuestionario es completamente voluntaria. Todas las respuestas serán tratadas con estricta confidencialidad y solo se utilizarán para los fines de esta investigación. No se recogerán datos personales identificables sin su consentimiento

A. Anexos

El presente anexo documenta de manera íntegra el proceso de diseño, aplicación y análisis del cuestionario elaborado en el marco del proyecto Diseño de embalaje para acervo de Museos Universitarios con tecnología 3D. Su inclusión tiene como objetivo proporcionar al lector una visión completa y detallada de los instrumentos metodológicos utilizados para recabar información directamente de los encargados de acervos en espacios universitarios. Si bien los principales hallazgos se han sintetizado en el capítulo 2, este anexo permite consultar el desarrollo extensivo del estudio, incluyendo el diseño del cuestionario, su validación, la estructura temática, y el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos.

A.1. Desarrollo de Estrategias de Conservación; Diseño, Aplicación y Análisis del Cuestionario

En el contexto de la conservación de acervos universitarios, el uso de tecnologías avanzadas ha surgido como una solución prometedora para enfrentar los desafíos contemporáneos. El presente apartado aborda el diseño, aplicación, análisis e interpretación de un cuestionario específicamente elaborado para el proyecto de investigación “Diseño de embalaje para acervo de Museos Universitarios con tecnología 3D”. Este proyecto busca recopilar información detallada sobre las prácticas actuales de conservación y evaluar el interés en la adopción de tecnologías innovadoras, como el escaneo, modelado y la impresión en 3D, en la gestión de acervos.

El cuestionario fue diseñado para capturar tanto datos cuantitativos como cualitativos, proporcionando una visión integral de las condiciones y necesidades de los encargados de acervos en diferentes Museos Universitarios. La aplicación de éste incluyó una prueba piloto para validar y refinar su contenido, asegurando su claridad y precisión. La sistematización de la aplicación del cuestionario permitió una recolección eficiente y ordenada de los datos. Los resultados obtenidos fueron analizados para identificar tendencias y patrones en las prácticas de conservación, así como para detectar áreas de mejora y oportunidades de innovación.

El apartado proporciona una visión detallada del proceso de diseño y la aplicación del cuestionario, así como un análisis exhaustivo de los datos recolectados. Los hallazgos obtenidos no solo destacan las prácticas actuales y las áreas de oportunidad en la conservación de acervos universitarios, sino que también subrayan la relevancia y el potencial de las tecnologías 3D en la mejora de estas prácticas.

A.2. Elaboración y Validación de Cuestionarios para la Conservación de Acervos Universitarios

El diseño de cuestionarios es una herramienta fundamental para la recolección de datos en investigaciones, especialmente en campos que requieren información específica y detallada. En el proyecto de investigación titulado “Diseño de embalaje para acervo de Museos Universitarios con tecnología 3D”, se desarrolló un cuestionario con el objetivo de obtener información sobre las prácticas actuales de conservación y explorar el interés en el uso de tecnologías 3D para la conservación del acervo en museos universitarios.



Proyecto de Investigación en Diseño de Embalaje para la Conservación de Acervos Universitarios

Presentación del proyecto de investigación titulado “Diseño de embalaje para conservación de acervo” desarrollado en el marco de la Maestría en Diseño 2023-2025 de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). El estudio, a cargo del investigador Alan Gerardo Gómez Jiménez del Departamento de Conservación de Museos Universitarios, tiene como objetivo recopilar opiniones y prácticas actuales en el manejo y almacenamiento de acervos universitarios, con miras a desarrollar soluciones eficaces e individualizadas de embalaje.
/ © Alan Gómez..

El cuestionario fue diseñado como un instrumento cuantitativo y cualitativo, con preguntas cerradas y abiertas, para recopilar tanto datos específicos como comentarios detallados sobre las experiencias y preferencias de los participantes. Se estructuró en varias secciones que abarcaban desde la formación y prácticas de conservación preventiva hasta el uso específico de materiales y técnicas de embalaje.

El proceso de diseño del cuestionario incluyó la validación y administración del instrumento, así como la propuesta de estrategias para el análisis de los datos obtenidos. De esta manera, se buscó garantizar la relevancia y la precisión de la información recopilada, permitiendo una comprensión profunda de las prácticas y opiniones actuales en el manejo y almacenamiento de acervos universitarios.

Objetivo del Cuestionario. El cuestionario fue diseñado con dos objetivos principales:

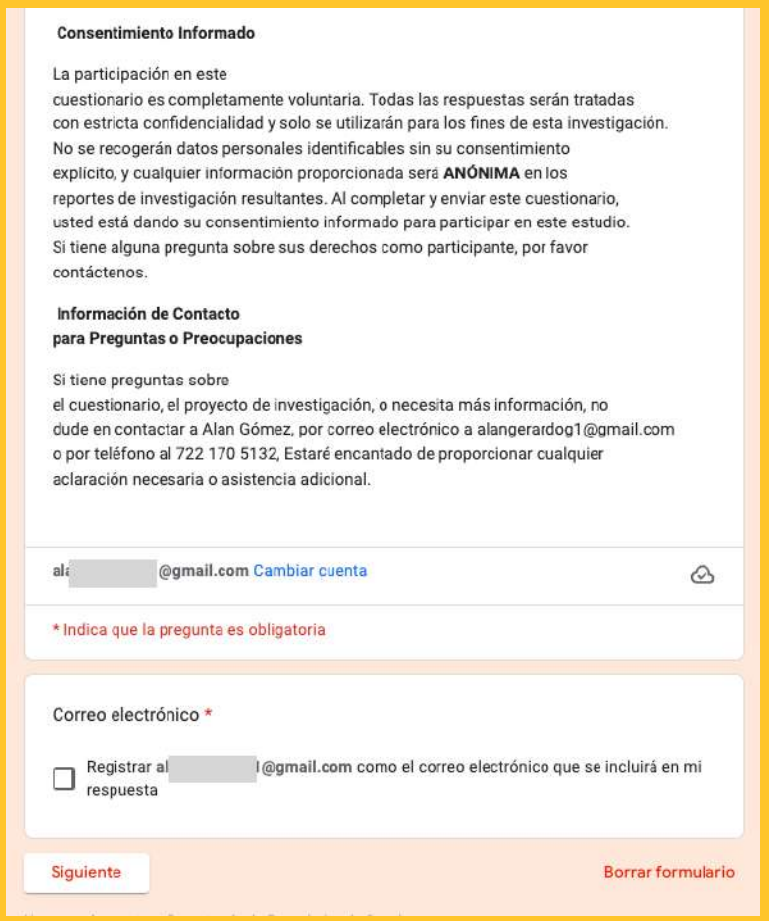
1. Obtener información detallada sobre las prácticas actuales de conservación y manejo de acervos en los museos universitarios.

2. Evaluar el interés y disposición de los encargados de acervos en la implementación de soluciones basadas en tecnologías 3D para la conservación de sus colecciones.

Población Objetivo. La población objetivo del cuestionario incluye a los encargados del acervo de cada museo universitario, quienes pueden ser museógrafos, directores del espacio universitario, conservadores y/o

Consentimiento Informado y Contacto en el Proyecto de Investigación de Diseño de Embalaje

Fragmento del formulario de consentimiento informado para la participación en el cuestionario del proyecto de investigación sobre el diseño de embalaje para conservación de acervos en museos universitarios. Se garantiza la confidencialidad y el anonimato de los datos, y se ofrece información de contacto para resolver dudas o preocupaciones. El investigador está disponible para aclaraciones adicionales mediante correo electrónico y teléfono. / © Alan Gómez.



Consentimiento Informado

La participación en este cuestionario es completamente voluntaria. Todas las respuestas serán tratadas con estricta confidencialidad y solo se utilizarán para los fines de esta investigación. No se recogerán datos personales identificables sin su consentimiento explícito, y cualquier información proporcionada será **ANÓNIMA** en los reportes de investigación resultantes. Al completar y enviar este cuestionario, usted está dando su consentimiento informado para participar en este estudio. Si tiene alguna pregunta sobre sus derechos como participante, por favor contáctenos.

Información de Contacto para Preguntas o Preocupaciones

Si tiene preguntas sobre el cuestionario, el proyecto de investigación, o necesita más información, no dude en contactar a Alan Gómez, por correo electrónico a alangerardog1@gmail.com o por teléfono al 722 170 5132, Estaré encantado de proporcionar cualquier aclaración necesaria o asistencia adicional.

al[redacted]@gmail.com Cambiar cuenta

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo electrónico *

Registrar al[redacted]l@gmail.com como el correo electrónico que se incluirá en mi respuesta

Siguiente Borrar formulario

responsables directos del acervo. Esta población fue seleccionada por su conocimiento y experiencia en el manejo y conservación de colecciones, lo que asegura la relevancia y precisión de las respuestas obtenidas.

Estructura del Cuestionario. El cuestionario está organizado en varias secciones, cada una con un enfoque específico para recopilar datos relevantes.

Datos Generales. La sección de "Datos Generales" del cuestionario está diseñada para recoger información básica y demográfica de los encuestados, proporcionando un contexto esencial sobre los participantes y sus respectivos museos universitarios. Esta sección incluye preguntas sobre el nombre del participante, su edad, género y el tipo de acervo que gestionan en su espacio universitario. Estas preguntas permiten caracterizar a los encuestados y segmentar los datos recopilados según variables demográficas. Por ejemplo, se incluyen elementos como "Nombre:", "Edad:", "Género:", y "Espacio universitario y tipo de acervo:". La información obtenida en esta sección es fundamental para contextualizar las prácticas de conservación y manejo del acervo en relación con las características demográficas de los responsables de los museos, facilitando un análisis más detallado y específico en las etapas posteriores de la investigación.

Conservación Preventiva y Manejo de Acervos. Esta sección del cuestionario está diseñada para recopilar información sobre la experiencia y formación específica de los encargados de acervos en prácticas de conservación preventiva. Este apartado es crucial para entender el nivel de conocimiento y las capacidades técnicas de los responsables en la gestión de colecciones, lo cual influye directamente en la efectividad de las estrategias de conservación implementadas. Las preguntas de esta sección buscan determinar el tiempo de experiencia de los encuestados en el manejo y conservación de acervos, así como identificar si han recibido formación específica en conservación preventiva. Por ejemplo, se formulan preguntas como "¿Cuántos años de experiencia tiene en manejo y conservación de acervos?" y "¿Ha recibido formación específica en conservación preventiva de acervos?". La información obtenida permite correlacionar la experiencia y formación de los encargados con las prácticas actuales de conservación, proporcionando un marco para evaluar las necesidades de capacitación y las oportunidades de mejora en la gestión de acervos universitarios.

Almacenaje, Embalaje y Traslado de Acervos. La sección está diseñada para obtener una visión detallada de las prácticas actuales en la conservación, almacenamiento y transporte de acervos en los Museos Universitarios. Esta sección es esencial para identificar los métodos y materiales utilizados en la preservación y manejo de las colecciones, y para evaluar su eficacia y adecuación. Las preguntas incluidas en este apartado abordan las condiciones actuales de almacenaje, los tipos de embalaje empleados y las prácticas de conservación preventiva que se aplican. Ejemplos de estas preguntas son "Describa las condiciones actuales de almacenaje y/o embalaje de los acervos" y "¿Qué tipos de materiales de embalaje se utilizan actualmente para el almacenamiento y traslado de acervos?". La información recopilada permite analizar las condiciones físicas en las que se encuentran los acervos y los materiales específicos utilizados para su protección, lo que es fundamental para el desarrollo de soluciones de embalaje más eficaces e innovadoras que mejoren la conservación de los acervos universitarios.

Exhibición de Acervos. La sección del cuestionario se enfoca en investigar los

criterios y prácticas de conservación que se aplican durante la exhibición de piezas en los museos universitarios. Esta parte del cuestionario es crucial para comprender cómo se toman las decisiones relacionadas con la exhibición de los acervos y qué medidas de protección se implementan para asegurar su preservación mientras están expuestos. Las preguntas en esta sección buscan identificar los fundamentos teóricos y prácticos que guían la selección y preparación de piezas para su exhibición, así como las técnicas específicas utilizadas para proteger las obras durante este proceso. Algunas preguntas incluidas son: "¿Bajo qué criterios de conservación se decide la exhibición de piezas del acervo?" y "¿Qué medidas de protección se toman para las piezas durante su exhibición?". La información obtenida de estas preguntas permite evaluar la efectividad de las estrategias de conservación durante la exhibición y detectar posibles áreas de mejora, contribuyendo así al desarrollo de mejores prácticas y políticas de conservación en el contexto museístico universitario.

Presupuesto y Planeación. La sección referente a estos conceptos dentro del cuestionario está centrada en indagar sobre la asignación y distribución de los recursos financieros destinados a la conservación del acervo en los Museos Universitarios. Esta parte del cuestionario es fundamental para comprender cómo se priorizan las inversiones en conservación y cuáles son las áreas que reciben más atención y recursos. Las preguntas en esta sección buscan identificar si existe un presupuesto específico para la conservación del acervo y cómo se distribuye entre las diferentes actividades relacionadas, como la conservación preventiva, el embalaje, el traslado y la exhibición de las piezas. Algunas de las preguntas incluidas son: "¿Existe un presupuesto asignado específicamente para la conservación del acervo?" y "En caso afirmativo, ¿cómo se distribuye este presupuesto entre conservación preventiva, embalaje, traslado y exhibición?". La información recopilada permite evaluar la eficiencia en la gestión de recursos financieros y detectar posibles áreas de mejora en la planeación y asignación presupuestaria, contribuyendo al desarrollo de estrategias más efectivas y sostenibles para la conservación del acervo universitario.

Necesidades y Mejoras. La sección del cuestionario está diseñada para identificar las áreas que requieren optimización en el manejo y conservación de los acervos, así como para evaluar la disposición de los encargados a adoptar soluciones innovadoras. Esta sección es crucial para recoger información sobre los desafíos actuales que enfrentan los museos universitarios y para explorar las posibilidades de mejorar las prácticas de conservación mediante la implementación de nuevas tecnologías y materiales. Las preguntas en esta sección buscan determinar los puntos críticos en los procesos de conservación y obtener sugerencias de mejora por parte de los encuestados. Además, se incluye la evaluación del interés en soluciones innovadoras como el uso de materiales sostenibles y la tecnología de escaneo e impresión 3D. Algunas preguntas incluidas son: "¿Qué aspectos del manejo y conservación del acervo considera que necesitan mejora?" y "¿Estaría interesado en explorar soluciones innovadoras de embalaje, como el uso de materiales sostenibles o tecnología de escaneo e impresión 3D?". La información obtenida permitirá diseñar estrategias que respondan directamente a las necesidades detectadas y fomentar la innovación en la conservación del patrimonio universitario, mejorando así la protección y preservación de los acervos.

Proceso de Validación. Para asegurar la efectividad del cuestionario, se llevó a cabo una prueba piloto con un encargado de

acervo de un museo estatal. Esta prueba fue esencial para evaluar varios aspectos críticos del cuestionario. En primer lugar, permitió verificar la legibilidad y comprensibilidad de las preguntas, asegurándose de que los términos y el lenguaje utilizados fueran claros y accesibles para los encuestados. La prueba también evaluó la estructura y el flujo del cuestionario, identificando cualquier posible confusión o dificultad que pudiera surgir al responder las preguntas.

Además, la prueba piloto proporcionó una oportunidad para medir la adecuación del tiempo estimado para completar el cuestionario, asegurándose de que no fuera ni demasiado largo ni demasiado corto, y que mantuviera el interés de los participantes. Las observaciones y comentarios obtenidos durante esta fase fueron eficientes, ya que permitieron identificar y corregir posibles ambigüedades o errores en las preguntas, y ajustar la redacción para mejorar la precisión y relevancia de las respuestas.

Las observaciones obtenidas de la prueba piloto se utilizaron para realizar ajustes y mejoras al cuestionario antes de su administración definitiva. Se incorporaron sugerencias específicas del participante piloto, como la reestructuración de algunas preguntas para facilitar la respuesta y la inclusión de opciones de respuesta adicionales que reflejaban mejor la realidad de los museos universitarios. Este proceso iterativo de revisión y refinamiento aseguró que el cuestionario final fuera una herramienta eficaz y eficiente para recopilar los datos necesarios para la investigación.

De este modo, el proceso de validación mediante una prueba piloto fue un paso crucial para garantizar que el cuestionario fuera claro, comprensible y capaz de captar de manera precisa y completa la información relevante de los encargados de acervos en los Museos Universitarios. Este esfuerzo de validación no solo mejoró la calidad del instrumento de recolección de datos, sino que también permitió estructurar por secciones el contenido, además aumentó la confianza en los resultados obtenidos a través de su aplicación.

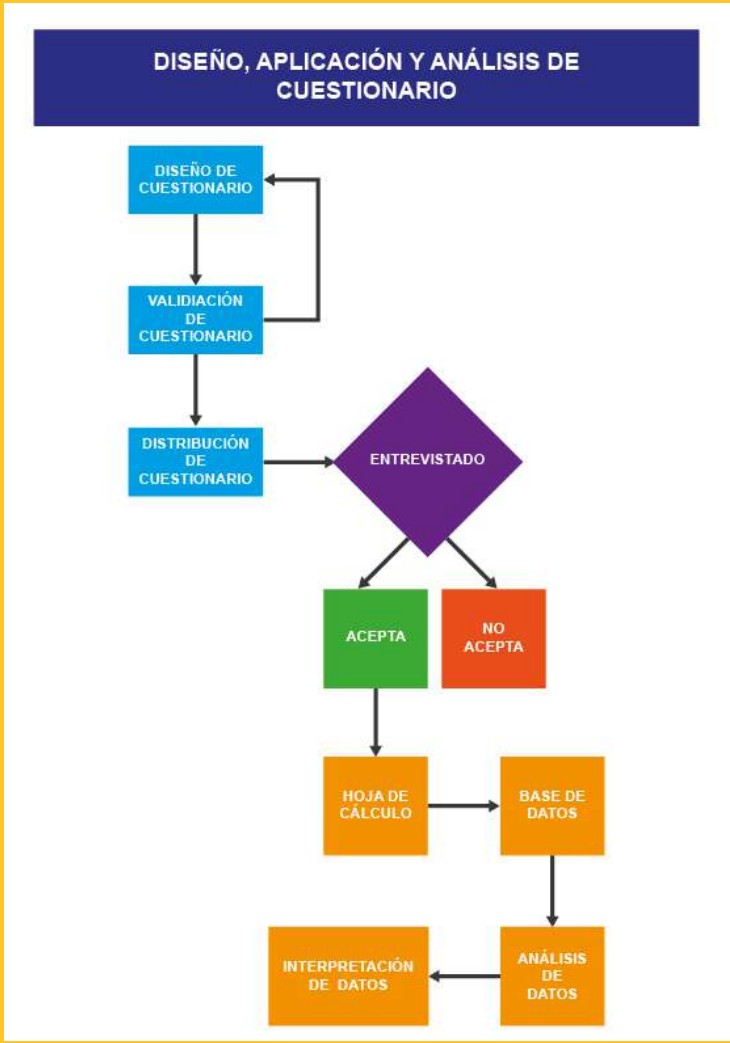
Procedimiento de Administración. El cuestionario se administra a través de Google Forms, una plataforma que facilita la recolección de datos de manera eficiente y organizada. Esta herramienta en línea es especialmente útil para alcanzar a los encargados de cada acervo situados en diferentes Museos Universitarios, ya que permite el acceso y la respuesta desde cualquier ubicación con conexión a Internet. Google Forms proporciona una interfaz intuitiva tanto para los creadores del cuestionario como para los encuestados, lo que ayuda a minimizar errores de entrada de datos y asegura una experiencia de usuario fluida.

Las respuestas se capturan automáticamente en una hoja de cálculo vinculada al formulario, lo que permite un acceso fácil y rápido a los datos recopilados. Esta funcionalidad no solo facilita la organización y el almacenamiento seguro de las respuestas, sino que también simplifica el proceso de análisis de datos al proporcionar un formato estructurado que puede ser fácilmente manejado y analizado. Además, la automatización de la captura de datos reduce significativamente el riesgo de errores humanos asociados con la transcripción manual de respuestas, aumentando así la fiabilidad de los datos obtenidos.

El uso de Google Forms también permite realizar un seguimiento en tiempo real del progreso de la recolección de datos, proporcionando información instantánea sobre las tasas de respuesta y permitiendo

identificar rápidamente cualquier necesidad de intervención o seguimiento adicional. La plataforma ofrece opciones para exportar los datos en diversos formatos, facilitando su integración con otras herramientas de análisis y software estadístico.

sean gestionados de manera efectiva, permitiendo a los investigadores centrarse en el análisis y la interpretación de la información para avanzar en el desarrollo de soluciones innovadoras para la conservación del acervo universitario.



Proceso de Diseño, Aplicación y Análisis de Cuestionario en Investigación

El diagrama representa el flujo de trabajo en el diseño, aplicación y análisis de un cuestionario en un proyecto de investigación. El proceso incluye las fases de diseño, validación y distribución del cuestionario, seguido de la participación del entrevistado. Si el entrevistado acepta, se procesan los datos en hojas de cálculo y bases de datos, culminando en la interpretación y análisis de los resultados. Este esquema asegura un proceso sistemático y riguroso para la recopilación y evaluación de datos. / © Alan Gómez.

La elección de Google Forms como herramienta de administración del cuestionario aporta numerosas ventajas en términos de eficiencia, precisión y accesibilidad. Este sistema asegura que los datos recolectados

De este modo el cuestionario desarrollado para el proyecto “Diseño de embalaje para acervo de museos universitarios con tecnología 3D” se diseñó meticulosamente para obtener información detallada sobre las

prácticas actuales de conservación y el interés en tecnologías innovadoras. Este proceso incluyó una validación mediante una prueba piloto, que permitió ajustar y perfeccionar el cuestionario para garantizar su claridad y precisión.

La implementación del cuestionario a través de Google Forms facilitará la recolección y sistematización de datos, capturando automáticamente las respuestas en una hoja de cálculo vinculada. Esto no solo minimiza errores humanos, sino que también simplifica el análisis posterior de los datos.

En síntesis, el diseño y validación del cuestionario, junto con su administración sistematizada, están orientados a obtener datos precisos y relevantes. Estos datos permitirán que el proyecto de investigación desarrolle soluciones innovadoras y efectivas para la conservación de acervos universitarios mediante el uso de tecnologías avanzadas, mejorando así las prácticas de conservación y manejo del acervo en el contexto universitario.

A.3. Análisis de Datos y Hallazgos Clave en la Conservación de Acervos Universitarios

A.3.1. Resultados Cuantitativos: Tendencias y Patrones en la Conservación de Acervos

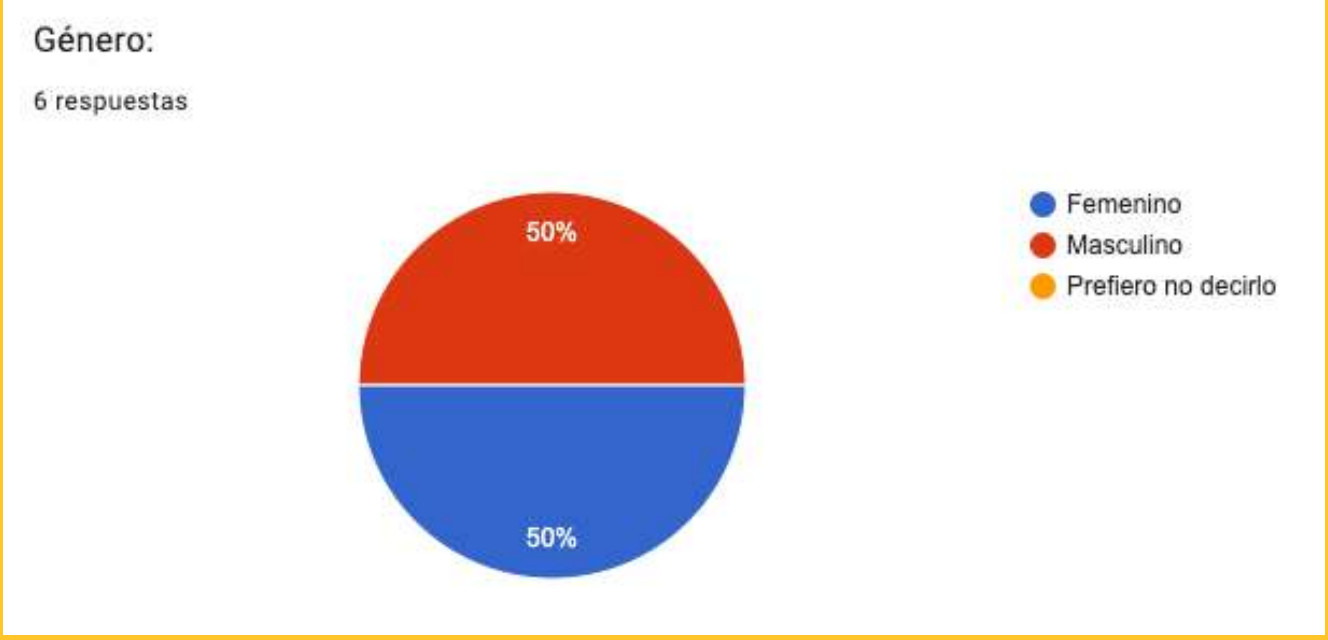
El análisis cuantitativo de los datos permitió identificar tendencias y patrones en las prácticas de conservación. Este enfoque cuantitativo es crucial, ya que proporciona una base sólida de datos numéricos y categóricos que pueden ser medidos y comparados de manera objetiva. A través de este análisis, fue posible obtener una visión clara y detallada de las características demográficas de los participantes, su nivel de experiencia y formación, los materiales de embalaje que utilizan, la disponibilidad de presupuesto para conservación, y su disposición hacia la adopción de soluciones innovadoras. Estos hallazgos son esenciales para comprender mejor las prácticas actuales y las áreas que requieren atención o mejora.

Demografía y Experiencia. La mayoría de los participantes tienen una experiencia significativa en el manejo y conservación de acervos, con un promedio de 15 años. Esta experiencia asegura que las opiniones y prácticas reportadas están bien fundamentadas y basadas en una trayectoria extensa en el campo de la conservación. La distribución por edades muestra que los participantes tienen un rango de edad amplio, siendo la mayoría de ellos mayores de 50 años, distribuidos con los siguientes porcentajes 33.3% de los participantes tiene entre 40 y 49 años, el 33.3% tiene entre 50 y 59 años y el restante 33.3% tiene entre 60 y 69 años, indicando una fuerza laboral madura y experimentada.

Distribución de Género. El cuestionario contó con la participación de seis encuestados, de un total de ocho a los que se les envió. De estos seis participantes, la distribución de género fue perfectamente equilibrada: tres se identificaron como femenino y tres como masculino. Este equilibrio es significativo, ya que sugiere una igualdad de representación de género en el campo de la conservación de acervos dentro de la UAEMéx. Este hallazgo contrasta con estudios que frecuentemente señalan una predominancia de un género en áreas específicas del sector cultural y académico, subrayando la inclusión y diversidad en la participación.

Responsables del Acervo. El análisis de la existencia de responsables del acervo en los espacios universitarios, enfocados en la conservación preventiva tanto en bodega como en sala, demuestra una inclinación hacia la asignación de responsabilidades específicas para la preservación del acervo en estas instituciones. De los seis entrevistados, cuatro (67%) afirmaron que existe un responsable directo designado para estas tareas, lo que subraya la importancia atribuida a la conservación preventiva dentro del contexto universitario. Los entrevistados 1, 3, 5 y 6 confirmaron la presencia de personal encargado, lo que indica un compromiso significativo hacia la protección y mantenimiento de las colecciones.

Distribución de Género en las Respuestas del Cuestionario

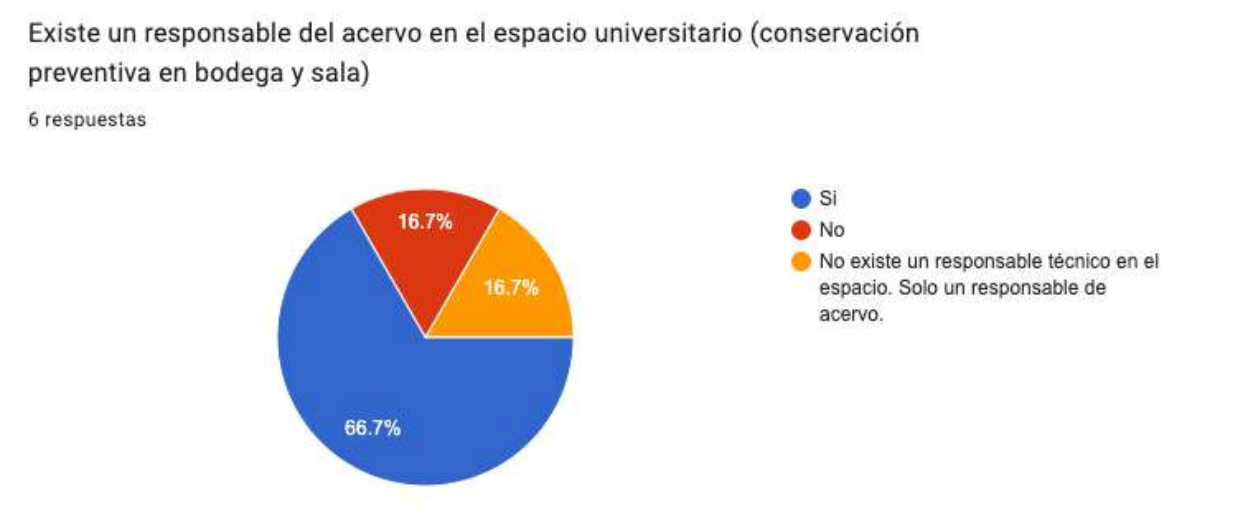


El gráfico de pastel muestra la distribución de género de los participantes en un cuestionario, con un total de 6 respuestas. Se observa un equilibrio exacto entre las respuestas de género femenino y masculino, representando cada uno el 50% de la muestra total. No hubo respuestas bajo la opción "Prefiero no decirlo". / © Alan Gómez.

Por el contrario, dos entrevistados (33%), específicamente los entrevistados 2 y 4, indicaron que no existe un responsable directo del acervo en su institución, uno de ellos se refiere a que el área solo tiene acervo en tránsito y que principalmente el área que se encarga de la conservación es el área de Restauración de la Dirección de Museos Universitarios. Esta ausencia de designación puede reflejar limitaciones en recursos o en la estructura organizativa de algunas instituciones, lo cual podría influir negativamente en la efectividad de las medidas de conservación preventiva.

la mayoría de los espacios de Museos Universitarios, se observa una mayor organización y eficacia en la implementación de medidas de conservación. Este responsable garantiza la integridad de los acervos, asegurando que se cumplan rigurosamente las normativas y procedimientos necesarios para la preservación de los objetos culturales. La presencia de un responsable dedicado facilita la identificación rápida de necesidades y problemas, permitiendo una respuesta proactiva y coordinada frente a los desafíos de conservación.

Presencia de Responsables de Acervo en Espacios Universitarios



El gráfico de pastel ilustra las respuestas obtenidas sobre la existencia de un responsable del acervo en los espacios universitarios, enfocados en la conservación preventiva en bodega y sala. De las 6 respuestas recibidas, el 66.7% indicó que sí existe un responsable, mientras que un 16.7% respondió que no. Otro 16.7% señaló que no hay un responsable técnico específico en el espacio, solo un encargado general del acervo. / © Alan Gómez.

La existencia de un responsable directo del acervo en los espacios universitarios marca una diferencia significativa en la gestión y conservación preventiva de las colecciones. En aquellos contextos donde se ha designado un responsable específico, como en

Por otro lado, en espacios donde no se ha designado un responsable directo, el compromiso del personal con el cuidado y manejo de los acervos universitarios sigue siendo evidente. Aunque la ausencia de una figura específica podría parecer una desventaja, la

dedicación colectiva del personal de los Museos Universitarios compensa esta carencia en gran medida. El enfoque colaborativo y el sentido de responsabilidad compartida aseguran que las tareas de conservación no se descuiden. Este modelo de gestión, aunque diferente, también puede ser efectivo, especialmente cuando todos los miembros del equipo están informados y capacitados en prácticas de conservación preventiva.

La comparación entre estos dos enfoques de gestión revela que, independientemente de la estructura organizativa, el compromiso y la dedicación del personal son cruciales para el cuidado adecuado de los acervos. Sin embargo, contar con un responsable directo puede proporcionar un nivel adicional de seguridad y eficiencia, centralizando la responsabilidad y potenciando la respuesta ante cualquier eventualidad. La integración de ambos enfoques, donde la designación de un responsable directo se complementa con el compromiso colectivo del personal, representa el ideal para la óptima conservación de los acervos universitarios.

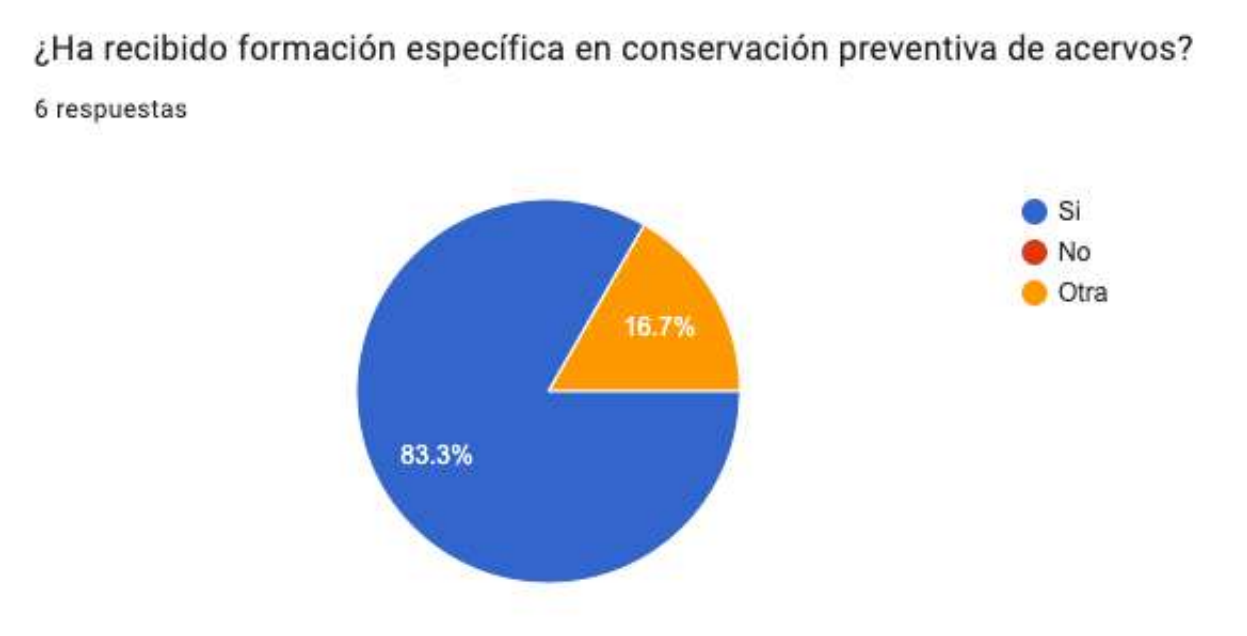
La mayoría de los entrevistados que confirmaron la existencia de un responsable del acervo sugieren que las instituciones están conscientes de la necesidad de contar con personal especializado para asegurar la correcta preservación de sus colecciones. Esta medida es crucial, ya que una gestión adecuada y preventiva del acervo puede prevenir daños y garantizar la permanencia a largo plazo de los objetos almacenados y exhibidos. Estas diferencias ponen de relieve la diversidad en las prácticas de conservación dentro de las instituciones universitarias, señalando áreas donde se podría mejorar la gestión y asignación de recursos para la conservación preventiva. La existencia de responsables designados en la mayoría de los espacios entrevistados es un paso positivo hacia la mejora de las prácticas de conservación, aunque queda claro que aún hay trabajo por hacer para estandarizar estas prácticas en todos los espacios.

Formación Específica. La formación específica en conservación preventiva de acervos es fundamental para asegurar la preservación adecuada de las colecciones en los Museos Universitarios. De los seis entrevistados, cinco (83%) han recibido formación específica en esta área, lo que refleja un alto nivel de preparación entre el personal encargado del cuidado de los acervos. Esta formación es crucial para implementar medidas efectivas de conservación y garantizar la longevidad de los objetos culturales.

El entrevistado 1, aunque no ha recibido una formación específica formal, menciona haber recibido asesorías en la materia. Esto indica que, si bien no todos los miembros del personal pueden haber tenido acceso a programas formales de capacitación, existe una iniciativa para adquirir conocimientos a través de otros medios. Esta situación subraya la importancia de proporcionar oportunidades continuas de formación y desarrollo profesional para todo el personal involucrado en la conservación de acervos.

La alta proporción de entrevistados con formación específica demuestra el compromiso de los espacios universitarios con la capacitación de su personal en prácticas de conservación preventiva. Sin embargo, la variabilidad en las formas de adquirir este conocimiento, como se observa en el caso del entrevistado 1, sugiere la necesidad de estandarizar y ampliar las oportunidades de formación formal en conservación preventiva. Esto no solo mejoraría las competencias individuales, sino que también fortalecería la capacidad institucional para proteger y preservar los acervos culturales de manera más consistente y efectiva.

Formación en Conservación Preventiva de Acervos



El gráfico de pastel refleja las respuestas obtenidas sobre la formación específica en conservación preventiva de acervos. De las 6 personas encuestadas, el 83.3% indicó haber recibido formación en esta área, mientras que el 16.7% respondió que no. Esta información resalta la importancia de la capacitación para asegurar prácticas adecuadas en la conservación de los acervos. / © Alan Gómez.

De este modo, la mayoría de los entrevistados han recibido formación específica en conservación preventiva, lo que es un indicativo positivo del nivel de preparación del personal. No obstante, se debe prestar atención a la estandarización y accesibilidad de esta formación para asegurar que todos los involucrados tengan la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios para la conservación óptima de los acervos universitarios.

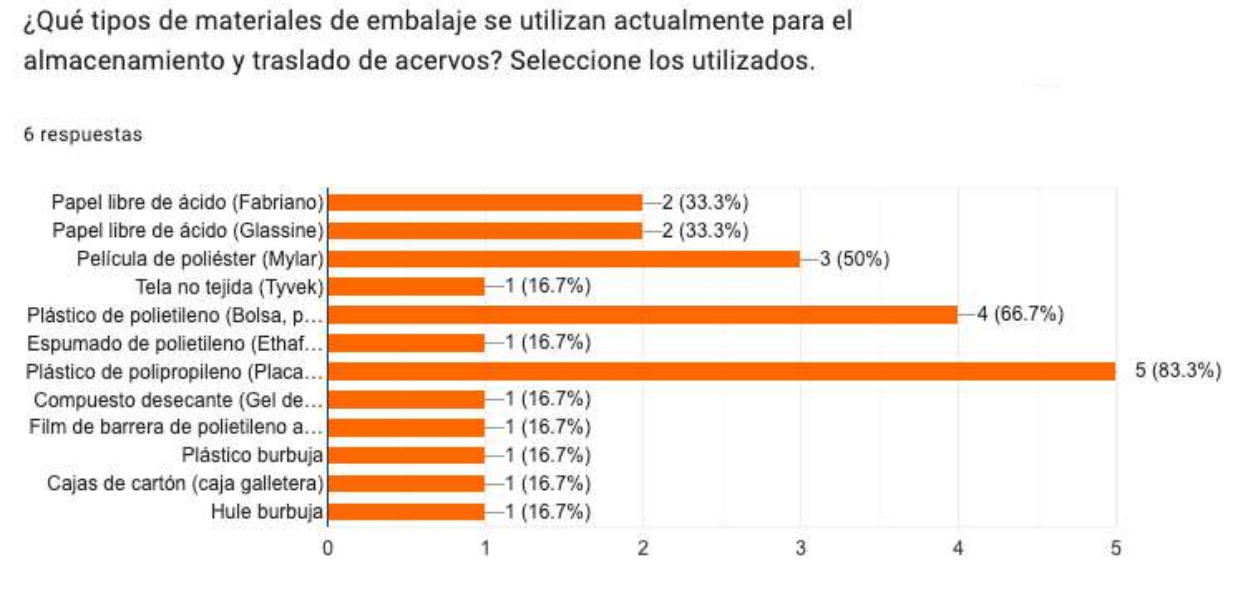
Materiales de Embalaje. La investigación sobre los tipos de materiales de embalaje utilizados actualmente para el almacenamiento y traslado de acervos revela una diversidad de opciones empleadas por los involucrados en conservación, con notables coincidencias y algunas diferencias en la selección de materiales. Entre los materiales más comunes, el plástico de polietileno en diferentes formas (bolsa, placa, caja) es mencionado por el 83% de los entrevistados (5 de 6), indicando su alta utilidad y preferencia en la conservación de artefactos. El plástico de polipropileno (placa, caja, Coroplast) también es altamente recurrido, con un 83% de menciones.

El papel libre de ácido, específicamente del tipo Fabriano y Glassine, es mencionado por el 66% de los entrevistados (4 de 6), destacando su importancia para proteger do-

cumentos y acervo de la degradación ácida. La película de poliéster (Mylar) es utilizada por el 50% de los entrevistados (3 de 6), favorecida por su resistencia y propiedades de barrera.

Estas cifras reflejan una tendencia hacia el uso de materiales especializados y de alta calidad en la preservación de acervos, subrayando la importancia de combinar diversos tipos de embalaje para asegurar la conservación óptima de los bienes culturales.

Materiales de Embalaje Utilizados en el Almacenamiento y Traslado de Acervos



El gráfico de barras muestra los tipos de materiales de embalaje utilizados actualmente para el almacenamiento y traslado de acervos según las respuestas de 6 encuestados. Los materiales más empleados incluyen el plástico de polietileno (83.3%) y la película de poliéster Mylar (50%). Otros materiales destacados son el papel libre de ácido (Fabriano y Glassine) y el espumado de polietileno (Ethafoam), utilizados por el 33.3% y 16.7% de los encuestados, respectivamente. Estos resultados reflejan la diversidad de materiales empleados en la conservación y transporte de acervos. / © Alan Gómez.

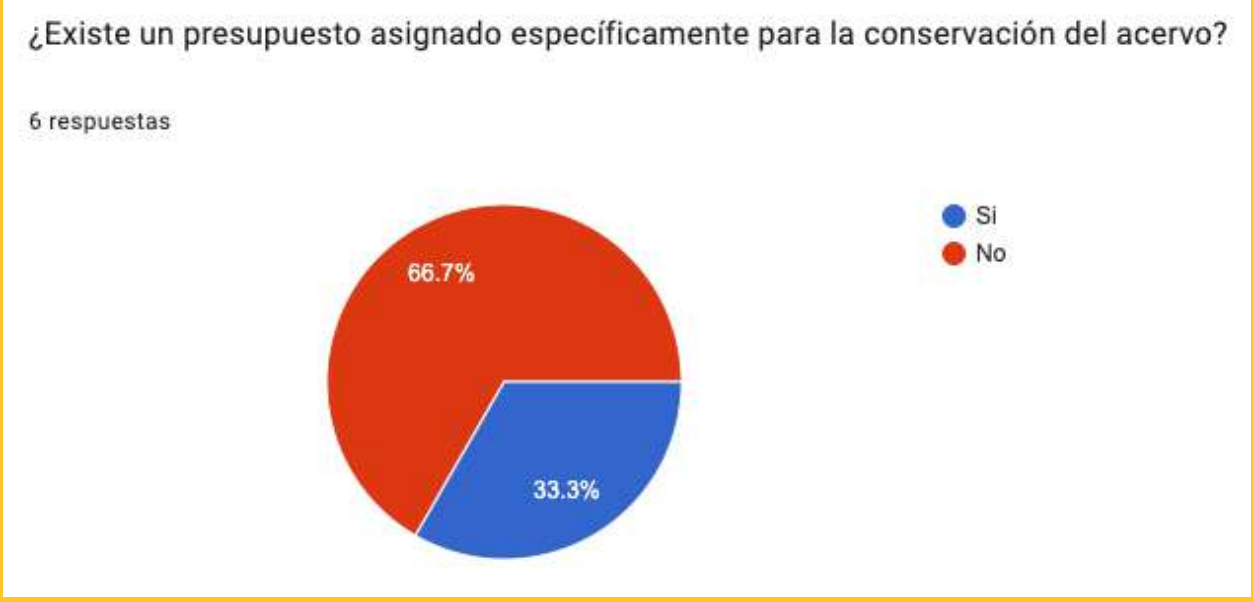
Menos comunes, pero de suma importancia, se mencionan materiales como la tela no tejida (Tyvek), el espumado de polietileno (Ethafoam), compuestos desecantes como el gel de sílice y films de barrera de polietileno aluminizado y nylon (Marvelseal 360), cada uno mencionado por el 16% de los entrevistados (1 de 6). El hule burbuja, continúa siendo el material de embalaje más utilizado por los entrevistados (100%), por su capacidad para la protección contra impactos durante el traslado.

Presupuesto y Recursos. La investigación sobre la existencia de presupuestos asignados específicamente para la conservación del acervo en los diversos espacios universitarios revela una realidad variada y fragmentada. De los seis entrevistados, solo

dos (33%) confirmaron la existencia de un presupuesto dedicado a estas actividades. Los otros cuatro entrevistados (67%) indicaron la ausencia de un presupuesto específico para la conservación del acervo.

teriales de embalaje para piezas específicas que requieren un manejo especializado, por ello que debe gestionarse el costo adicional de manera separada.

Materiales de Embalaje Utilizados en el Almacenamiento y Traslado de Acervos



El gráfico de barras muestra los tipos de materiales de embalaje utilizados actualmente para el almacenamiento y traslado de acervos según las respuestas de 6 encuestados. Los materiales más empleados incluyen el plástico de polietileno (83.3%) y la película de poliéster Mylar (50%). Otros materiales destacados son el papel libre de ácido (Fabriano y Glassine) y el espumado de polietileno (Ethafoam), utilizados por el 33.3% y 16.7% de los encuestados, respectivamente. Estos resultados reflejan la diversidad de materiales empleados en la conservación y transporte de acervos. / © Alan Gómez.

Entre los entrevistados que disponen de un presupuesto (entrevistados 3 y 5), existen diferencias significativas en la distribución y uso de estos recursos. El entrevistado 3 menciona que, aunque el presupuesto es reducido, la mayor parte se destina a la compra de material de conservación, en específico un activo utilizado para la protección preventiva contra plagas. Además, este entrevistado indica que ocasionalmente se adquieren ma-

Por otro lado, el entrevistado 5 detalla una distribución más amplia y estructurada del presupuesto, abarcando diversas áreas de conservación. Este presupuesto se destina a mantener la correcta iluminación en las salas de exposición, adquirir materiales de embalaje para exhibición, traslados y almacenaje, así como dar mantenimiento a los equipos de control de humedad y vigilancia.

Esta disparidad en la asignación y distribución de presupuestos refleja las diferencias en las prioridades y recursos disponibles en cada espacio universitario. Mientras que algunos se enfocan en aspectos preventivos y específicos como la compra de productos químicos, otras adoptan un enfoque más integral que incluye la gestión del ambiente de exposición y la seguridad del acervo. La ausencia de un presupuesto específico en la mayoría de los casos señala la necesidad de una mayor atención y asignación de recursos para la conservación de los acervos en los espacios con acervo universitario.

Herramientas y Tecnología. El uso de herramientas y tecnologías específicas para la conservación del acervo en los Museos Universitarios muestra una tendencia hacia la adopción de prácticas y equipos especializados que aseguren la adecuada preservación de las colecciones. De los seis entrevistados, todos utilizan herramientas de limpieza básicas como guantes y cubrebocas, brochas, microfibra, franela blanca, aspiradoras y gomas, lo que representa el 100% de coincidencia en la implementación de estas herramientas esenciales.

Uso de Herramientas y Tecnologías para la Conservación de Acervos



El gráfico de barras muestra las respuestas sobre las herramientas o tecnologías específicas empleadas en la conservación de acervos en los espacios encuestados. Todas las respuestas (100%) indican el uso de herramientas de limpieza, mientras que el 83.3% menciona la utilización de bases de datos y software de catalogación. El 66.7% de los participantes emplea equipo de fotografía y el 50% usa instrumentos de medición de condiciones ambientales. Herramientas de observación y luz UV son menos comunes, con un 16.7% cada una. Estos datos destacan la variedad de recursos utilizados para la conservación y la importancia de la limpieza y el registro digital en estos procesos. / © Alan Gómez.

Además, el 83% de los entrevistados (entrevistados 1, 2, 3, 5 y 6) utilizan equipos de fotografía, que son fundamentales para la documentación visual de los objetos y registrar su estado de conservación. La mitad de los entrevistados (50%) mencionan el uso de instrumentos de medición de condiciones ambientales, como termohigrómetros y deshumidificadores, destacando la importancia de monitorear y controlar el ambiente en el que se encuentran los acervos.

De igual forma, el uso de bases de datos y software de catalogación es una práctica común entre el 83% de los entrevistados (entrevistados 1, 3, 4, 5 y 6), lo cual facilita la gestión y el seguimiento de los objetos dentro de las colecciones. Este uso extendido de tecnologías digitales refleja un esfuerzo por modernizar y sistematizar los procesos de conservación.

Herramientas de observación como cuenta hilos, lupas y microscopios son mencionadas por el 16% de los entrevistados (entrevistado 3), indicando que, aunque no son de uso generalizado, desempeñan un papel importante en la inspección detallada de ciertos objetos. La luz UV es utilizada por el 16% de los entrevistados (entrevistado 5), lo que subraya su valor en la detección de restauraciones y análisis de materiales.

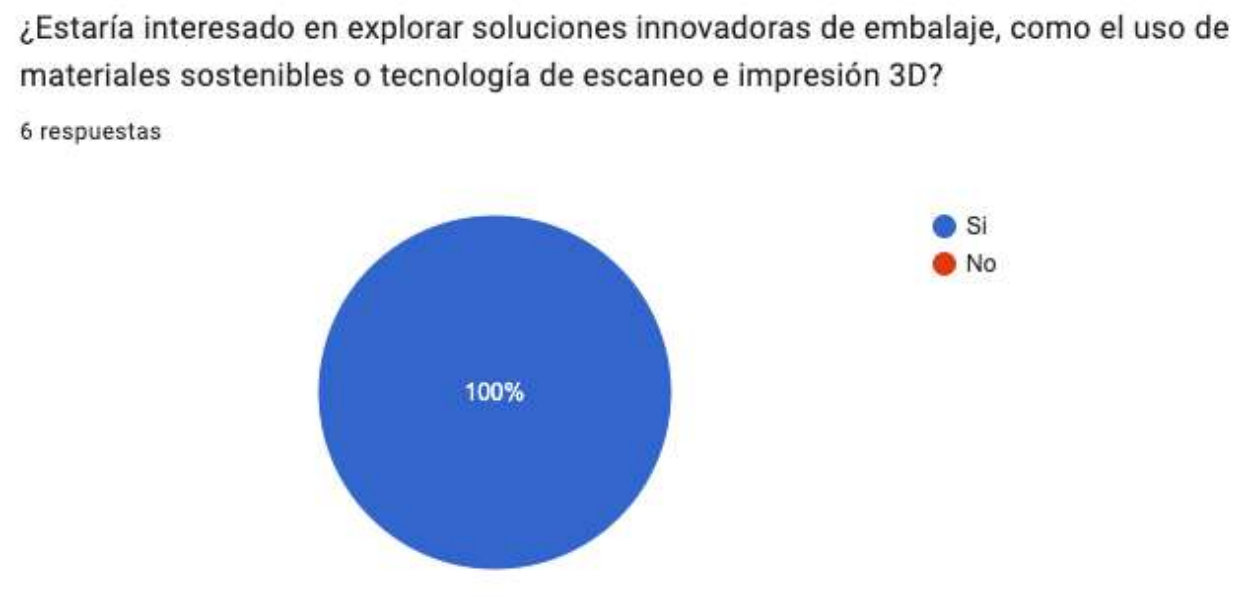
En síntesis, existe un amplio uso de herramientas de limpieza y tecnologías de fotografía y catalogación entre los entrevistados, complementado por la implementación de instrumentos para el control ambiental y en menor medida, herramientas de observación especializadas. Esta diversidad en el uso de tecnologías y herramientas refleja un enfoque integral y adaptado a las necesidades específicas de cada institución para garantizar la conservación adecuada de los acervos universitarios.

Innovación y Nuevas Tecnologías. La exploración de soluciones innovadoras de embalaje, como el uso de materiales sostenibles y la tecnología de escaneo, modelado e impresión 3D que se ha definido en la investigación como proceso de digitalización para la conservación, ha suscitado un interés unánime entre los entrevistados. Todos los encuestados (100%) manifestaron su disposición a la apertura y adopción de estas tecnologías avanzadas para mejorar la conservación de los acervos universitarios. Este consenso destaca una tendencia creciente hacia la innovación en la gestión del acervo universitario, reconociendo la importancia de integrar prácticas sostenibles y tecnología avanzada en los procesos de conservación.

El interés en materiales sostenibles refleja una creciente conciencia ambiental entre los profesionales de la conservación. La adopción de materiales amigables con el ambiente y con extensa durabilidad no solo contribuiría a la sostenibilidad del medio ambiente, sino que también podría ofrecer beneficios adicionales, como la reducción de emisiones de carbono y la promoción de prácticas de conservación más responsables.

Asimismo, la tecnología de digitalización para la conservación representa una herramienta poderosa para la conservación y restauración de acervo universitario. El escaneo 3D permite la creación de réplicas precisas de objetos delicados, facilitando estudios detallados y la fabricación de embalajes individualizados que se ajusten perfectamente a las necesidades de cada pieza. Esta tecnología también ofrece oportunidades para la educación y la accesibilidad, permitiendo la creación de modelos digitales que pueden ser utilizados en exposiciones virtuales y programas educativos.

Interés en Soluciones Innovadoras de Embalaje para Conservación de Acervos



El gráfico de pastel refleja el interés unánime de los encuestados en explorar soluciones innovadoras de embalaje, incluyendo el uso de materiales sostenibles y tecnologías de escaneo e impresión 3D. El 100% de las respuestas indican una predisposición positiva hacia la implementación de estas nuevas tecnologías y prácticas, subrayando la importancia de la sostenibilidad y la innovación en la conservación de acervos. / © Alan Gómez.

El consenso en la disposición a explorar estas soluciones innovadoras indica un fuerte compromiso por parte de los espacios universitarios para mantenerse a la vanguardia de las prácticas de conservación en la institución. Este interés común sugiere un terreno fértil para la colaboración y el desarrollo de proyectos que integren estas tecnologías, fortaleciendo así la capacidad de la Dirección de Museos Universitarios para preservar su acervo de manera más eficaz y sostenible.

Por lo tanto, el análisis cuantitativo de los datos del cuestionario ha permitido identificar tendencias y patrones esenciales en las prácticas de conservación de acervos universitarios. Mediante la recolección y sistematización de datos demográficos, de experiencia, materiales de embalaje, y asignación de presupuestos, se ha obtenido una visión clara y objetiva de la situación actual y las áreas que requieren mejoras.

A.3.2. Hallazgos Cualitativos, Perspectivas y Necesidades en la Conservación de Acervos Universitarios

El análisis cualitativo se enfocó en las respuestas descriptivas proporcionadas por los participantes, identificando temas y patrones que aportan una comprensión más profunda de las condiciones y necesidades actuales. Puesto que la conservación de los acervos en los Museos Universitarios es una tarea esencial para preservar el patrimonio cultural y científico de la universidad. Las respuestas de los entrevistados sobre los espacios universitarios y los tipos de acervos revelan tanto coincidencias como diferencias clave que permitirán tomar consideraciones al momento de desarrollar el diseño de los embalajes.

Espacio Universitario y Tipo de Acervo. Todos los entrevistados describieron acervos que incluyen una variedad de materiales, desde documentos históricos y objetos escultóricos hasta especímenes biológicos y aparatos científicos. Esta diversidad implica la necesidad de embalajes versátiles que puedan adaptarse a diferentes tipos de objetos y condiciones de conservación. Independientemente del tipo de acervo, todos los entrevistados mencionaron la importancia de controlar las condiciones ambientales, como humedad y temperatura, para prevenir el deterioro. Esto subraya la necesidad de diseñar embalajes que integren tecnologías para el monitoreo y control ambiental. Además, la protección contra daños físicos es una preocupación común. Ya sean documentos frágiles, esculturas o instrumental científico, todos los acervos requieren embalajes que aseguren su integridad durante el almacenamiento y el transporte.

Sin embargo, existen diferencias significativas entre los tipos de acervo y sus necesidades específicas. El entrevistado 1 (Museo de Historia Universitaria "José María Morelos y Pavón") y el entrevistado 6 (Archivo Universitario Presidente Adolfo López Mateos) destacaron principalmente documentos históricos y objetos escultóricos. En contraste, el entrevistado 3 (Museo Universitario de Historia Natural Dr. Manuel M. Villada) mencionó especímenes biológicos en taxidermia y líquidos, y el entrevistado 4 (Gabinetes de Física, Química y Medicina) se centró en instrumental y aparatos científicos. Además, el entrevistado 2 (Dirección de Museos Universitarios) manejaba un acervo en tránsito, lo que implica necesidades específicas para embalajes que faciliten la movilidad y protección durante el traslado. Por otro lado, los demás entrevistados gestionan acervos más estáticos, con énfasis en la conservación a largo plazo en un solo lugar.

Los entrevistados que manejan acervos biológicos (Entrevistado 3) y arqueológicos (Entrevistado 5) requieren soluciones más especializadas debido a la fragilidad y las necesidades ambientales únicas de estos materiales. Por ejemplo, los especímenes en líquidos requieren contenedores herméticos, mientras que los objetos arqueológicos necesitan embalajes que prevengan daños físicos y controlen las condiciones ambientales de manera estricta.

El análisis de las entrevistas revela la diversidad de tipos de acervos y las variadas necesidades de conservación en los espacios universitarios. Cada tipo de acervo presenta desafíos únicos que deben ser considerados en el diseño de embalajes mediante el proceso de digitalización para la conservación. Este enfoque individualizado permitirá desa-

rrollar soluciones que no solo protejan físicamente los objetos, sino que también aseguren su conservación a largo plazo. La implementación de estas tecnologías innovadoras promete mejorar significativamente la gestión y preservación del patrimonio en los Museos Universitarios.

Prácticas de Conservación Preventiva. Las prácticas de conservación preventiva en el manejo del acervo dentro de los espacios universitarios varían significativamente entre los entrevistados, reflejando tanto las diferencias en los tipos de acervo como en los recursos y estrategias disponibles para su conservación. Sin embargo, también se observan coincidencias en ciertos aspectos esenciales de la conservación preventiva.

Una práctica común entre los entrevistados es la limpieza regular de los objetos y documentos. El entrevistado 2 menciona que ocasionalmente solo se realiza limpieza, remitiendo otros tratamientos al Departamento de Conservación y Restauración de la universidad. De manera similar, el entrevistado 3 indica que todas las piezas se limpian en seco y se cepillan para eliminar polvo acumulado. El entrevistado 4 también subraya la importancia de la limpieza y revisión periódica de los objetos expuestos. El entrevistado 6 realiza limpieza en seco y, adicionalmente, el uso de guantes y cubrebocas para evitar la contaminación de los documentos durante su manejo.

Además de la limpieza, varios entrevistados implementan medidas específicas para proteger los acervos contra factores ambientales y biológicos. El entrevistado 1 protege documentos con guardas, mientras que el entrevistado 6 elabora guardas con papel libre de ácido y registra la temperatura y humedad dos veces al día para asegurar condiciones estables. El entrevistado 5 también controla la iluminación y mantiene una temperatura estable, además de observar continuamente el acervo tanto expuesto como en resguardo.

En el caso de acervos orgánicos, el entrevistado 3 describe un proceso detallado de revisión y desparasitación con pastillas de paradiclorobenceno[1] dos veces al año para evitar el ataque de derméstidos[2]. Este entrevistado también menciona la contratación de servicios especializados para el tratamiento de piezas de taxidermia y la búsqueda de opciones para conservar acervo en líquido.

Por otro lado, el entrevistado 6 resalta la digitalización de los fondos como una estrategia clave para la preservación de documentos, asegurando así su longevidad y accesibilidad. Esta práctica es única entre los entrevistados y refleja un enfoque moderno y tecnológico hacia la conservación.

Recapitulando, aunque las prácticas de conservación preventiva varían según el tipo de acervo y los recursos disponibles, hay una clara tendencia hacia la limpieza regular y el control ambiental como medidas fundamentales. La adopción de técnicas especializadas, como la desparasitación y la digitalización, son ejemplo de la diversidad de enfoques y la necesidad de soluciones in-

1 Es un compuesto químico orgánico utilizado comúnmente como insecticida y desinfectante. En el contexto de conservación, se emplea en forma de pastillas para proteger objetos orgánicos, como textiles y taxidermias, de plagas como los insectos, especialmente derméstidos. Su uso frecuente en museos se debe a su capacidad para volatilizarse lentamente y actuar como un repelente eficaz contra insectos.

2 Son una familia de escarabajos (Dermestidae) conocidos por su capacidad destructiva sobre materiales orgánicos. Estos insectos se alimentan de pieles, plumas, cuernos y otros materiales naturales, lo que los convierte en una amenaza significativa para colecciones de taxidermia, textiles y otros objetos orgánicos en museos. Los derméstidos son una plaga común en entornos donde se almacenan o exhiben bienes culturales hechos de materiales animales.

dividualizadas para cada tipo de acervo. Este análisis subraya la importancia de diseñar embalajes y estrategias de conservación que sean versátiles y adaptables a las necesidades específicas de cada colección, utilizando tecnología avanzada para asegurar su preservación a largo plazo.

Condiciones Actuales de Almacenaje y Embalaje de los Acervos en Espacios de Museos Universitarios. Las condiciones de almacenaje y embalaje de los acervos en los espacios universitarios presentan diversas estrategias y niveles de control, reflejando tanto la variedad de los acervos como las capacidades y recursos disponibles de cada museo universitario. Sin embargo, se observan coincidencias en ciertos aspectos esenciales y diferencias en la implementación de prácticas específicas.

El entrevistado 1 señala que los acervos se almacenan dentro de los muebles del propio museo sin otro tipo de control adicional. Este enfoque es bastante básico en comparación con espacios universitarios que implementan más medidas de conservación. El entrevistado 2 menciona que, debido a que los acervos se encuentran en tránsito, normalmente se embalan con hule burbuja o cajas de plástico o cartón, y el control de la iluminación es mínimo, reflejando una gestión enfocada en la movilidad temporal del acervo.

El entrevistado 3 describe un sistema más estructurado, donde los acervos se almacenan en cajas de cartón, plástico o madera, algunas con funda de Tyvek o polyburbuja, o con cacahuate antiestático. También menciona el uso de bolsitas de papel Glassine y gel de sílice, aunque este último probablemente esté caducado, indicando una atención a la protección contra la humedad, aunque con limitaciones en la actualización de materiales.

El entrevistado 4 menciona un control básico que incluye un embalaje sencillo y el resguardo en zonas seguras, lo que demuestra un enfoque simple pero consciente de la protección del acervo no expuesto. En contraste, el entrevistado 5 describe un sistema más avanzado que incluye iluminación led en salas de exposición, clima estable y deshumidificadores para el control de humedad. Además, las piezas en bodega se embalan en cajas de cartón y se cubren con papel libre de colorantes y ácidos que puedan dañarlas, subrayando una atención cuidadosa a los detalles que podrían afectar la conservación a largo plazo.

El entrevistado 6 proporciona una descripción exhaustiva de las prácticas de almacenaje y embalaje, destacando la digitalización completa de los documentos del Fondo ICLA y el uso de guardas de papel Fabriano en cajas galleteras. También detalla la disposición de otros fondos en cajas galleteras de cartón, material poco recomendado para la conservación de documentos de alta importancia, también comenta que usa otras de plástico y el uso de carpetas de papel Fabriano y Mylar para libros, diplomas y pergaminos, todos depositados en planeros de metal. Además, se registra la temperatura y la humedad dos veces al día, y se utilizan deshumidificadores y extintores para mayor seguridad. El personal recibe capacitación de protección civil universitaria, lo que refleja un enfoque integral y bien estructurado hacia la conservación.

Es decir, aunque las prácticas de almacenaje y embalaje varían ampliamente, todos los espacios muestran un compromiso con la protección y conservación de sus acervos. Las diferencias en las estrategias adoptadas reflejan las distintas necesidades y recursos disponibles, desde sistemas básicos hasta enfoques altamente detallados y tecnológicos. Este

análisis resalta la importancia de adaptar las prácticas de conservación a las características específicas de cada acervo, utilizando tecnología avanzada y capacitación adecuada para asegurar su preservación a largo plazo.

Desafíos Específicos en el Almacenaje y Traslado de Acervos en Museos Universitarios. Los desafíos específicos en el almacenaje y traslado de acervos en espacios universitarios varían considerablemente entre las instituciones, reflejando tanto la naturaleza de los acervos como las circunstancias particulares de cada museo o archivo. Sin embargo, se observan algunas coincidencias y diferencias en las experiencias reportadas por los entrevistados.

El entrevistado 1 menciona que las inundaciones y el tamaño de las piezas son desafíos significativos. Las inundaciones pueden causar daños irreparables a los acervos, mientras que el manejo de piezas grandes requiere soluciones logísticas y de embalaje especializadas. Por otro lado, el entrevistado 2 y el entrevistado 6 no reportan problemas específicos en el almacenaje o traslado de acervos, lo que puede indicar una gestión más estable o menos exposición a riesgos significativos.

El entrevistado 3 ofrece una visión detallada de los desafíos enfrentados cuando el museo se cerró temporalmente, destacando la necesidad de improvisar embalajes debido a la falta de recursos financieros y de tiempo. A pesar de estos inconvenientes, se lograron diseñar embalajes adecuados para la conservación de piezas grandes como las taxidermias y la colección de momias. Sin embargo, algunos embalajes no fueron ideales para colecciones delicadas como maquetas o ejemplares en líquido, lo que aún queda como una tarea pendiente.

El entrevistado 4 señala que los embalajes son muy sencillos y consisten en cajas de plástico, y en ocasiones se utiliza papel de china para embalar. Esta simplicidad puede ser suficiente para algunos acervos, pero puede no ofrecer la protección necesaria para objetos más delicados o valiosos. En contraste, el entrevistado 5 menciona que, en caso de enfrentar algún problema, se solicita apoyo al Departamento de Conservación y Restauración de la UAEMéx, lo que ha permitido evitar problemas significativos en este aspecto.

Mientras que algunos entrevistados no reportan desafíos específicos, otros enfrentan problemas importantes como inundaciones, falta de recursos para embalajes adecuados, y la necesidad de improvisar soluciones temporales. La variabilidad en las respuestas destaca la importancia de contar con recursos y estrategias adecuadas para enfrentar los desafíos en el almacenaje y traslado de acervos, asegurando así su protección y conservación a largo plazo.

Criterios de Conservación para la Exhibición de Piezas del Acervo en Museos Universitarios. Los criterios de conservación para la exhibición de piezas del acervo en espacios universitarios son variados y dependen de la naturaleza de los objetos, así como de las condiciones específicas de cada espacio. A pesar de estas diferencias, se observan coincidencias importantes en las prácticas de conservación implementadas por los entrevistados.

El entrevistado 1 enfatiza el cuidado de la iluminación y los soportes para no maltratar las piezas, subrayando la importancia de proteger los objetos de daños físicos y de los efectos potencialmente dañinos de una iluminación inadecuada. De manera similar, el entrevistado 3 menciona que se consideran

los parámetros de humedad y temperatura en la sala, se evita la radiación de luz UV y se toman en cuenta las condiciones de exhibición, incluyendo soportes, vitrinas y bases. Estas medidas reflejan un enfoque integral para mantener las condiciones ambientales óptimas y asegurar la estabilidad física de las piezas exhibidas.

El entrevistado 2 destaca que su actividad está basada en el apoyo específico a un espacio universitario, donde la mayoría del acervo es cerámico o pétreo y se utilizan bases y soportes de acrílico. Esta mención específica de materiales refleja la adaptación de las prácticas de conservación a las características particulares del acervo.

El entrevistado 4 menciona que se verifica el estado de conservación y la facilidad del montaje, asegurando que las piezas no sufran alteraciones por la iluminación y las condiciones ambientales. Esta evaluación previa es esencial para decidir si una pieza está en condiciones de ser exhibida sin riesgo de deterioro.

El entrevistado 5 subraya la colaboración con el Departamento de Museología y Museografía, además del Departamento de Conservación y Restauración de la Dirección de Museos Universitarios, para decidir la exhibición de las piezas. Esta colaboración interdisciplinaria asegura que se tomen en cuenta múltiples aspectos de conservación y presentación.

En seguida, el entrevistado 6 adopta un enfoque preventivo mediante la exhibición de facsimilares para no poner en riesgo los originales, y actualmente realiza exposiciones digitales a través de las redes sociales de su espacio. Este método innovador de exhibición digital no solo protege los documentos originales, sino que también aumenta su accesibilidad al público sin comprometer su conservación.

Es por ello que, los criterios de conservación para la exhibición de piezas del acervo incluyen el control de las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura e iluminación), el uso de soportes adecuados, la verificación del estado de conservación, y en algunos casos, la exhibición de facsimilares o mediante plataformas digitales. Estas prácticas reflejan un enfoque cuidadoso y adaptado a las necesidades específicas de cada tipo de acervo, asegurando tanto la preservación de los objetos como su adecuada presentación al público.

Medidas de Protección para el Acervo Durante su Exhibición en Espacios Universitarios. Las medidas de protección adoptadas para las piezas durante su exhibición en espacios universitarios varían ampliamente, reflejando tanto la naturaleza de los acervos como los recursos y estrategias disponibles en cada espacio museístico. Sin embargo, existen coincidencias importantes en las prácticas implementadas por los entrevistados.

El uso de vitrinas y capelos es una medida comúnmente mencionada. El entrevistado 1 señala que, si el tamaño de las piezas lo permite, se colocan dentro de vitrinas o se marcan límites para la observación. De manera similar, el entrevistado 2 menciona que se utilizan recursos museográficos como vitrinas y capelos para evitar que las piezas delicadas sean tocadas por el público. El entrevistado 5 también destaca el uso de vitrinas y capelos, complementado con un circuito cerrado de televisión, sensores de movimiento y humo, y guardias de seguridad las 24 horas del día. Estas prácticas reflejan un enfoque proactivo y multidimensional para la protección de los acervos durante su exhibición.

El entrevistado 3 menciona que todas las vitrinas están bajo llave y que el personal del museo vigila las piezas no protegidas para

evitar que sean tocadas. Además, se cuenta con extintores, aunque se señala que la mayoría no son adecuados para el tipo de acervo presente en el museo, lo que indica un área de mejora en la protección contra incendios.

Por otro lado, el entrevistado 4 subraya el manejo adecuado del acervo y la verificación del estado de conservación como medidas esenciales para la protección durante la exhibición. Esta práctica asegura que las piezas exhibidas estén en condiciones óptimas y que cualquier deterioro potencial sea detectado y gestionado a tiempo.

El entrevistado 6, en contraste, no implementa medidas de protección específicas ya que las exhibiciones se realizan con facsimilares, evitando así el riesgo de daño a los documentos originales. Esta estrategia no solo protege los originales, sino que también permite su exhibición sin restricciones significativas.

Las medidas de protección para las piezas durante su exhibición incluyen el uso de vitrinas y capelos, vigilancia física y electrónica, control de acceso mediante llaves, y la verificación regular del estado de conservación. Estas prácticas reflejan un compromiso común con la preservación y seguridad de los acervos, adaptándose a las necesidades específicas de cada colección. La utilización de facsimilares como método de exhibición también emerge como una estrategia eficaz para minimizar los riesgos.

Impacto del Embalaje en la Conservación del Acervo de Museos Universitarios. El embalaje desempeña un papel crucial en la conservación del acervo universitario, como se evidencia en las respuestas de los entrevistados, quienes coinciden en su importancia para mantener las condiciones óptimas de los objetos y prevenir daños.

El entrevistado 1 menciona que el embalaje ayuda a mantener los documentos en las mejores condiciones posibles, subrayando la función protectora que desempeña en la preservación de materiales delicados. De manera similar, el entrevistado 2 y el entrevistado 5 afirman que el embalaje es fundamental para la conservación, destacando la importancia de un embalaje adecuado para garantizar la longevidad de las colecciones.

El entrevistado 3 ofrece una perspectiva específica sobre las colecciones de origen orgánico, las cuales son altamente susceptibles a ser atacadas por plagas. Este entrevistado enfatiza que contar con embalajes que eviten este problema es esencial para alargar el tiempo de conservación de los ejemplares, que son únicos y de gran valor dentro de sus colecciones. Esto resalta la necesidad de soluciones de embalaje especializadas para diferentes tipos de acervos.

El entrevistado 4 destaca que el embalaje previene el daño de las piezas no expuestas, lo que indica que un buen embalaje no solo protege durante la exhibición, sino también en el almacenamiento a largo plazo. Esta visión complementa la de los otros entrevistados al considerar la conservación en los diversos estados de uso del acervo (manejo, resguardo o almacenaje, transportación y exhibición).

Finalmente, el entrevistado 6 menciona que el embalaje permite que los acervos estén protegidos de agentes dañinos, al mismo tiempo facilita su manipulación y transporte. Esta observación subraya la dualidad de funciones que debe cumplir un embalaje eficiente: proteger y permitir una gestión práctica y segura de los objetos.

Es así como las respuestas de los entrevistados coinciden en que el embalaje es

esencial para la conservación de los acervos universitarios, proporcionando protección contra daños físicos, ambientales y biológicos. Además, un embalaje adecuado facilita la manipulación y el transporte seguro de los objetos, asegurando su integridad tanto en exhibición como en almacenamiento. La implementación de soluciones de embalaje adecuadas y específicas para cada tipo de acervo es crucial para la preservación a largo plazo de los materiales culturales y científicos de los Museos Universitarios.

Aspectos del Manejo y Conservación del Acervo que Necesitan Mejora en Espacios Universitarios. Las respuestas de los entrevistados revelan diversas áreas en el manejo y conservación del acervo universitario que requieren mejoras, abarcando desde la capacitación y los recursos hasta las condiciones físicas y los materiales utilizados.

El entrevistado 1 menciona la necesidad de mejorar la capacitación del personal responsable y el presupuesto destinado a la conservación. La falta de formación adecuada y recursos financieros limitados son barreras comunes que afectan la eficiencia y eficacia de las prácticas de conservación.

El entrevistado 2 sugiere que las formas y materiales de embalaje deberían ser reutilizables indefinidamente. Esto refleja una preocupación por la sostenibilidad y la necesidad de adoptar prácticas más ecológicas y económicas a largo plazo.

El entrevistado 3 se enfoca en la necesidad de diseñar embalajes adecuados para cada tipo de colección y mejorar la distribución y el tamaño de la bodega de acervo en su espacio universitario. Este enfoque individualizado subraya la importancia de adaptar las soluciones de almacenamiento y embalaje a las características específicas de los acervos.

El entrevistado 4 identifica que los espacios de almacenamiento no son muy adecuados, lo que puede implicar problemas con la infraestructura física y las condiciones ambientales del lugar donde se conservan los acervos. Mejorar estos espacios es crucial para asegurar la protección y preservación de los objetos almacenados.

En discrepancia, el entrevistado 5 menciona que, gracias al apoyo de las áreas de Museografía y Conservación y Restauración, el museo está cubierto de forma adecuada a pesar de las limitaciones económicas. Esta respuesta sugiere que una colaboración efectiva y el apoyo institucional pueden mitigar algunas de las restricciones financieras.

El entrevistado 6 ofrece una lista detallada de mejoras necesarias, incluyendo la fumigación dos veces al año, un espacio adecuado para la limpieza y organización de documentos, y un taller de restauración para libros y expedientes. Además, señala que el área utilizada actualmente es multifuncional, sirviendo como sala de consulta, área de trabajo, espacio de exposición y lugar para visitas guiadas, lo que subraya la necesidad de un espacio dedicado exclusivamente a la conservación.

Por lo tanto, las áreas de mejora identificadas por los entrevistados incluyen la capacitación y recursos financieros, el desarrollo de embalajes reutilizables, la adecuación de espacios de almacenamiento, y la implementación de prácticas sostenibles y especializadas en conservación. Estas respuestas destacan la importancia de una gestión integral y adaptada a las necesidades específicas de los acervos universitarios, asegurando su preservación a largo plazo.

Características Ideales de los Embalajes para Mejorar la Conservación del Acervo Universitario. Las respuestas de los entrevistados revelan una diversidad de opiniones sobre las características que deberían tener los embalajes para mejorar la conservación del acervo universitario, aunque también se observan algunas coincidencias en las necesidades y expectativas.

El entrevistado 1 admite desconocer las características específicas que deberían tener los embalajes, lo que puede indicar una necesidad de mayor formación o información en esta área. En contraste, el entrevistado 2 sugiere que sería muy beneficioso que los embalajes de piezas susceptibles de traslado también funcionaran para su exposición. Esta idea subraya la conveniencia y eficiencia de utilizar embalajes versátiles que puedan cumplir múltiples funciones.

El entrevistado 3 enfatiza que los embalajes no deben ser susceptibles a ataques de plagas y que deben minimizar el movimiento de las piezas dentro del propio embalaje. Esto refleja una preocupación por la protección física y biológica de los acervos, asegurando su estabilidad y longevidad.

El entrevistado 4 menciona la seguridad de las piezas como principal preocupación, quien menciona que los embalajes deben ser de materiales resistentes y permitir la fácil visualización del objeto. La dificultad para acceder y revisar los objetos debido a embalajes complicados es un problema importante, sugiriendo la necesidad de diseños que equilibren la protección con la accesibilidad.

El entrevistado 5 considera esencial el uso de materiales con nuevas tecnologías que sean accesibles desde el punto de vista presupuestario, amigables con el medio ambiente y adecuados para las colecciones en general. Esta respuesta refleja una visión integrada que considera tanto la innovación tecnológica como la sostenibilidad y el costo.

En último lugar, el entrevistado 6 propone que todos los expedientes deberían tener una guarda de papel Fabriano y que las cajas contaran con una etiqueta para su fácil ubicación. Estas características mejorarían la organización y el manejo del acervo, facilitando la localización y acceso a los documentos.

En resumen, las características ideales de los embalajes incluyen la versatilidad para traslado y exposición, protección contra plagas, minimización del movimiento interno, seguridad y accesibilidad, uso de nuevas tecnologías sostenibles y económicas, y la mejora en la organización mediante el etiquetado o identificación pertinente. Estas sugerencias subrayan la necesidad de desarrollar embalajes que no solo protejan físicamente los acervos, sino que también sean prácticos, innovadores y sostenibles.

Comentarios y Sugerencias Adicionales para el Diseño de Embalaje para Acervo Universitario. Las respuestas de los entrevistados proporcionan diversas perspectivas y sugerencias sobre el diseño de embalaje para el acervo universitario, destacando tanto las necesidades específicas como las condiciones económicas y la importancia de la innovación y colaboración.

El entrevistado 1 menciona la falta de un espacio apropiado para guardar el acervo, subrayando la importancia de considerar no solo el diseño del embalaje sino también las condiciones del almacenamiento físico de manera prioritaria. Este comentario indica una necesidad crítica de mejorar la infraestructura de almacenamiento como antecedente a el diseño del embalaje.

El entrevistado 2 señala que, debido a la situación económica, sería conveniente no utilizar materiales costosos. Esta sugerencia refleja la necesidad de encontrar un equilibrio entre la calidad y el costo de los materiales de embalaje, asegurando la conservación adecuada sin comprometer los recursos financieros disponibles.

El entrevistado 3 agradece el interés en enfocarse en el tema de la conservación de los acervos universitarios y reconoce el reto que implica, dado que existen muchos tipos de colecciones que requieren condiciones específicas. La sugerencia es enfocarse en aquellos acervos que se muestren como prioritarios. Este enfoque permite dirigir los esfuerzos y recursos hacia el acervo que más lo necesita.

El entrevistado 4 destaca la importancia de la innovación en materia de conservación del patrimonio, subrayando que cualquier avance en esta área es crucial. Este comentario resalta la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y métodos en el diseño de embalaje para mejorar la conservación de los acervos.

El entrevistado 5 enfatiza la vinculación entre los diferentes espacios que conforman la Dirección de Museos Universitarios, lo que permite contar con alternativas adecuadas de embalaje, exhibición, custodia y almacenaje. Esta colaboración interdepartamental es esencial para desarrollar y aplicar soluciones integrales y efectivas.

El entrevistado 6 no proporciona una respuesta específica, pero las respuestas de los otros entrevistados ya ofrecen una amplia gama de sugerencias y comentarios valiosos. Por lo que el cúmulo de sugerencias adicionales para el diseño de embalaje del acervo universitario incluyen la mejora de los espacios de almacenamiento, el uso de materiales de embalaje económicos, el enfoque en acervos prioritarios, la adopción de innovaciones en conservación y la colaboración entre diferentes espacios museísticos. Estas recomendaciones subrayan la importancia de un enfoque integral y adaptado a las necesidades específicas de cada colección, garantizando la conservación eficiente y sostenible del patrimonio universitario.

En conjunto, los datos y reflexiones contenidas en este anexo permiten comprender la diversidad de condiciones, necesidades y expectativas que enfrentan los espacios universitarios en materia de conservación y manejo del acervo. Las coincidencias y contrastes recogidos enriquecen la comprensión del contexto institucional y aportan insumos valiosos para el diseño de soluciones individualizadas de embalaje. Así, este estudio no solo respalda empíricamente la pertinencia del proyecto, sino que también reafirma la importancia de integrar tecnologías avanzadas de manera sensible, ética y adaptada a las realidades específicas de cada museo universitario.



Diseño de Embalaje para Acervo de Museos Universitarios con Tecnología 3D

Alan Gerardo Gómez Jiménez

Director del Trabajo Terminal, Dr. Héctor Paulino Serrano Barquín

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Arquitectura y Diseño

CIAD

CONAHCYT