



Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)

Oscar Fabián Patiño Perdomo

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Maestría Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos
Bogotá, Colombia
2021

Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)

Oscar Fabián Patiño Perdomo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Directora:

Maira Alejandra García Jaramillo

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Bogotá, Colombia

2021

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. 07 - julio – 2021

Dedicatoria

A mi familia quienes siempre me han apoyado y fueron parte importante en mis bases académicas, también quiero dedicar este trabajo a mi esposa quien ha vivido personalmente este nuevo camino en mi vida profesional.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de la Amazonia por el apoyo que me brindo para alcanzar mi formación como magister, así mismo al Doctor Alexander Velásquez Valencia quien como director y curador del Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia me facilito su conocimiento y el espécimen para llevar a cabo el caso práctico en este proyecto.

De igual forma agradezco a la docente Maira Alejandra García Jaramillo, quien, como directora del trabajo de grado me brindo todo su conocimiento para llevarlo a buen puerto. Y a todos aquellos que directa e indirectamente aportaron al desarrollo de esta investigación.

Resumen

En la actualidad aún con la revolución tecnológica que vivimos muchos sectores no han incluido ni explorado los beneficios que ofrecen las nuevas tecnologías, como es el caso de los museos de historia natural, pues estos aún establecen medidas estrictas sobre la manipulación de sus especímenes para evitar su desgaste y porque muchos de estos se encuentran en cantidades limitadas, limitando así la manipulación de estos a terceros.

Con relación a lo anterior y para ayudar a eliminar la limitante de manipulación de los especímenes a terceros, este proyecto propone el diseño de una metodología para generar modelos 3D de especímenes que permitan el apoyo académico e investigativo tomando como objeto de estudio al Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM).

Para el desarrollo del proyecto se procede con la identificación de las mejores técnicas aplicables para la generación de modelos 3D y seleccionando la más adecuada para ser usada en la metodología propuesta, todo con el propósito de que una vez sea validada dicha metodología el museo pueda implementarla en un futuro y contar con objetos digitalizados de especímenes para ser prestados tanto a los estudiantes como docentes. Teniendo a su disposición objetos portables tanto para dispositivos de gama alta, media y baja; mejorando la experiencia con la manipulación sin preocuparse por el daño físico.

En conclusión, con la metodología propuesta se pudo comprobar la hipótesis planteada, pues dicha metodología especifica el flujo de ejecución para la generación de los modelos 3D de especímenes. Para el caso del presente proyecto se digitalizó como espécimen el cráneo del *Callicebus Caquetensis*, en donde se evidenció con la ayuda de un experto que el resultado obtenido de dicha digitalización cumple con el objetivo de aumentar la experiencia en los procesos académicos e investigativos, debido a que ya no se tiene la limitante de manipulación física; ofreciendo así una experiencia casi real de contacto físico.

Palabras clave: Modelos 3D, técnicas de digitalización, fotogrametría, metodología, morfología y especímenes.

Abstract

At present, even with the technological revolution that we are experiencing, many sectors have not included or explored the benefits offered by new technologies, as is the case of natural history museums, since they still establish strict measures on the manipulation of their specimens to avoid their wear and tear and because many of these are in limited quantities, thus limiting their manipulation to third parties.

In relation to the above and to help eliminate the limitation of manipulation of specimens to third parties, this project proposes the design of a methodology to generate 3D models of specimens that allow academic and investigative support, taking the Museum of History as an object of study. Natural of the University of the Amazon (UAM).

For the development of the project, we proceed with the identification of the best applicable techniques for the generation of 3D models and selecting the most appropriate to be used in the proposed methodology, all with the purpose that once said methodology is validated, the museum can implement it. in the future and have digitized specimen objects to be loaned to both students and teachers. Having at your disposal portable objects for both high, medium and low-end devices; enhancing the handling experience without worrying about physical damage.

In conclusion, with the proposed methodology it was possible to verify the proposed hypothesis, since this methodology specifies the execution flow for the generation of 3D models of specimens. For the case of this project, the skull of *Callicebus Caquetensis* was digitized as a specimen, where it was evidenced with the help of an expert that the result obtained from said digitization meets the objective of increasing the experience in academic and investigative processes, due to that there is no longer the limitation of physical manipulation; thus offering an almost real experience of physical contact.

Keywords: 3D models, digitization techniques, photogrammetry, methodology, morphology and specimens.

Tabla de contenido

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XII
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. MARCO DE REFERENCIA	19
4.1. MARCO LEGAL DE COLECCIONES BIOLÓGICAS	20
4.2. METODOLOGÍA PARA GENERACIÓN DE MODELOS 3D	21
4.3. USO Y MANEJO DE MODELOS 3D	22
4.4. TÉCNICAS PARA GENERACIÓN DE MODELOS 3D.....	23
4.5. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DE MODELOS 3D: RETOPOLOGÍA.....	24
4.6. MODELOS 3D COMO MATERIAL DIDÁCTICO.....	25
4.7. VISUALIZACIÓN 3D	25
5. HIPÓTESIS.....	27
6. METODOLOGÍA.....	28
6.1. ENFOQUE, DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y ALCANCE O TIPO DE ESTUDIO.....	29
6.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	29
6.3. SELECCIÓN DE MÉTODOS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	32
6.4. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	32
7. TRABAJO DE CAMPO	34
7.1. IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS 3D.....	34
7.2. SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE MODELADO 3D	41
7.3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	49
7.4. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.....	53
7.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
7.6. DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	67
7.7. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA (CASO PRÁCTICO)	85
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	94
9. CONCLUSIONES	96
10. REFERENCIAS.....	98
A. ANEXO. INSTRUMENTOS DEFINITIVOS	105

B.	ANEXO. INSTRUMENTOS.....	111
C.	ANEXO. FORMATOS DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	114
D.	ANEXO. RECOMENDACIONES DE EXPERTOS.....	118
E.	ANEXO. CONSTANCIAS DE JUICIO DE EXPERTOS	124
F.	ANEXO. RESULTADO DE LA ENCUESTA	127
G.	ANEXO. ESTADÍSTICA TOTAL DE ELEMENTOS Y DE ESCALA	133
H.	ANEXO. GUÍA PARA DIGITALIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN	135
I.	ANEXO. RESPUESTAS DE LA ENTREVISTA	144

Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
FIGURA 1. MAPA CONCEPTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	19
FIGURA 2. PROCESO DE GENERACIÓN DEL MODELO CITYGML.....	21
FIGURA 3. PROCESAMIENTO DE MALLA DETALLADO	22
FIGURA 4. UBICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL	37
FIGURA 6. PROPUESTA DEL FLUJO PROCEDIMIENTO PARA LA PRESERVACIÓN DE EJEMPLARES BIOLÓGICOS DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL.	39
FIGURA 7. FLUJO PROCEDIMIENTO PARA PRÉSTAMO DE MATERIAL BIOLÓGICO DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL UAM.	40
FIGURA 8. PROPUESTA FLUJO PROCEDIMIENTO PARA PRÉSTAMO DE MATERIAL BIOLÓGICO DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL UAM.	41
FIGURA 9. TÉCNICAS PARA LA RECONSTRUCCIÓN 3D	42
FIGURA 10. PUNTÓMETRO	43
FIGURA 11. EL MODELADO EN LA CREACIÓN DE PERSONAJES	43
FIGURA 12. TRIANGULACIÓN PARA CALCULAR LAS COORDINAS	44
FIGURA 13. ESCÁNER 3D	45
FIGURA 14. PRIMER FILTRO DE LA SELECCIÓN DE TÉCNICA.	47
FIGURA 15. CUADRO COMPARATIVO (FOTOGRAMETRÍA VS ESCÁNERES).....	48
FIGURA 16. SELECCIÓN DEFINITIVA DE LAS TÉCNICAS DE MODELADO 3D.....	48
FIGURA 17. RANGO DE FIABILIDAD ALFA DE CRONBACH	53
FIGURA 18. FRECUENCIA Y PORCENTAJE DEL RANGO DE TIEMPO CON LOS ESPECÍMENES	55
FIGURA 19. FRECUENCIA Y PORCENTAJE CORRESPONDIENTE AL VALOR CIENTÍFICO	56
FIGURA 20. FRECUENCIA Y PORCENTAJE CORRESPONDIENTE AL SÍ USARÍA LOS MODELOS 3D.....	56
FIGURA 21. FRECUENCIA Y PORCENTAJE RELACIONADO A LA ALTERNATIVA EN OSTEOLOGÍA	57
FIGURA 22. FRECUENCIA Y PORCENTAJE RELACIONADO A LA OSTEOLOGÍA COMPARADA	57
FIGURA 23. FRECUENCIA Y PORCENTAJE RELACIONADO A PLANOS TOPOGRÁFICOS ANATÓMICOS	58
FIGURA 24. FRECUENCIA Y PORCENTAJE RELACIONADO CON ACCIDENTES ÓSEOS	58
FIGURA 25. FORMA DE CORRECTA DE CAPTURAR LAS FOTOGRAFÍAS	69
FIGURA 26. FUNCIONAMIENTO DE APERTURA DE DIAGRAMA	69

FIGURA 27. FLUJO PARA LA DIGITALIZACIÓN DE ESPECÍMENES.....	78
FIGURA 28. FLUJO DE LA OPTIMIZACIÓN DE UN MODELO 3D.....	79
FIGURA 29. DETALLE DE LA METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS 3D	81
FIGURA 30. ESCENARIO FOTOGRAMETRÍA CON LUZ ARTIFICIAL, CAJA DE LUZ Y BASE GIRATORIA	82
FIGURA 31. ESCENARIO FOTOGRAMETRÍA CON LUZ ARTIFICIAL, CAJA DE LUZ Y GIROS MANUALES.....	82
FIGURA 32. ESCENARIO FOTOGRAMETRÍA CON LUZ ARTIFICIAL Y BASE GIRATORIA.....	83
FIGURA 33. ESCENARIO FOTOGRAMETRÍA CON LUZ NATURAL Y BASE GIRATORIA	83
FIGURA 34. ESCENARIO FOTOGRAMÉTRICO ROTANDO LA FIGURA MANUALMENTE.....	83
FIGURA 35. ESCENARIO FOTOGRAMÉTRICO ROTANDO SOBRE LA FIGURA	84
FIGURA 36. NIVELES FOTOGRÁFICOS	85

Lista de tablas

	<u>Pág.</u>
TABLA 1. MARCO LEGAL COLOMBIANO.	20
TABLA 2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE.....	30
TABLA 3 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	31
TABLA 4. ARTÍCULOS FILTRADOS	35
TABLA 5. TECNOLOGÍAS MODELADO 3D	35
TABLA 6. CUADRO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE MODELADO 3D	45
TABLA 7. INDICADORES	50
TABLA 8. COEFICIENTE DE VALIDEZ DE CONTENIDO (ENCUESTA)	51
TABLA 9. COEFICIENTE DE VALIDEZ DE CONTENIDO (ENTREVISTA)	52
TABLA 10. INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE DE VALIDEZ DE CONTENIDO	53
TABLA 11. ESTADÍSTICA DE FIABILIDAD DE ALFA DE CRONBACH.....	55
TABLA 12. RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS	55
TABLA 13. FRECUENCIA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL USO DE MODELOS 3D.....	59
TABLA 14. FRECUENCIA DE LOS GRADOS DE MANIPULACIÓN DE LOS ESPECÍMENES	59
TABLA 15. FRECUENCIA DE HERRAMIENTAS ADICIONALES PARA ESTUDIO.....	59
TABLA 16. FRECUENCIA DE LAS ALTERNATIVAS ACADÉMICAS DONDE USARÍA LOS MODELOS 3D	59
TABLA 17. FRECUENCIA DE LAS ALTERNATIVAS DONDE USARÍA LOS MODELOS 3D EN INVESTIGACIÓN ..	60
TABLA 18. FRECUENCIA DE EN QUÉ AYUDARÍAN LOS MODELOS 3D	60
TABLA 19. FRECUENCIA DE LOS MEDIOS CON LOS QUE CUENTAN LOS USUARIOS.	60
TABLA 20. FRECUENCIA DEL MEDIO DE ACCESO A INTERNET.....	61
TABLA 21. FRECUENCIA DEL MEDIO DE TRANSFERENCIA DE MODELOS 3D	61
TABLA 22. TABLA CRUZADA DE LAS ALTERNATIVAS DE USO DE MODELOS 3D FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN	62
TABLA 23. TABLA CRUZADA DE GRADOS DE MANIPULACIÓN DE ESPECÍMENES FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN	62
TABLA 24. TABLA CRUZADA DE HERRAMIENTAS ADICIONALES PARA ESTUDIO FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN	63
TABLA 25. TABLA CRUZADA DE USO 3D EN PROCESOS ACADÉMICOS Y FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN.	63

TABLA 26. TABLA CRUZADA DE USO 3D EN PROCESOS DE INVESTIGACIÓN Y FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN.	64
TABLA 27. TABLA CRUZADA DE EN QUÉ AYUDA LA MANIPULACIÓN 3D FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN.	65
TABLA 28. TABLA CRUZADA DE SI USAS EN UN MODELO 3D FRENTE AL TIPO DE OCUPACIÓN	65
TABLA 29. DETALLE DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA FOTOGRAMETRIA.	70
TABLA 30. DETALLE PARA DIGITALIZAR ESPÉCIMEN	72
TABLA 31. DETALLE DE LA OPTIMIZACIÓN DE MODELOS 3D	75
TABLA 32. DETALLE DE CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	85

1. Introducción

En Colombia el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible son los encargados de la reglamentación de todo lo concerniente a las Colecciones Biológicas en el país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013), además establecen quienes pueden gestionarlas; entre las que se encuentran los museos de historia natural como los encargados de velar por la administración de los especímenes de la diversidad biológica preservados bajo estándares y de conformidad con los protocolos de manejo establecidos para tal fin. De igual forma partiendo del hecho que dichas colecciones constituyen y hacen parte del patrimonio de la Nación, los museos deben garantizar que se preste el servicio con fines académico-científicos enfocados a la generación de conocimiento, divulgación sobre la biodiversidad nacional y proveer especímenes que conlleven a desarrollos de investigaciones.

Ahora bien, la diversidad de ecosistemas presentes en Colombia se ve reflejada en el elevado número de especies de fauna y flora que habitan en el país. En la actualidad Colombia cuenta con 51.330 especies registradas entre vertebrados e invertebrados (*SiB Colombia*, 2019). Sin embargo, esta megabiodiversidad y puntualmente la distribuida para la región Andino amazónica, requiere divulgarse con mayor tenacidad como estrategia de apropiación a fin de generar sentido de pertenencia y responsabilidad desde la academia frente a su uso, manejo y conservación. Situación que requiere particular atención aún más cuando según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la vigencia de 2018 el listado de especies amenazadas para Colombia llegó a la cifra de 1302 y para los centros de Apoyo como el Museo de Historia Natural de la Amazonia (UAM) quien dentro de su misión se encarga de ayudar a la protección, conservación y el estudio la diversidad biológica debe propender por la socialización y divulgación de la información entre la comunidad científica, estudiantil y la sociedad en general.

Así pues, los museos de historia natural en Colombia se encargan de preservar todos los tipos de especímenes; pero estos se encuentran en cantidades limitadas y bajo estrictas medidas de preservación para evitar tanto el deterioro como el desgaste de los especímenes, y es por eso que para la manipulación de estos solo lo hace un personal autorizado y competente, y aún más si el espécimen es endémico y se encuentran en

peligro de extinción o extinto, lo que implica que los diferentes investigadores y estudiantes que hacen uso del servicio de préstamo de material biológico deben limitarse por el temor de dañar el espécimen puesto que la gran mayoría son delicados y se debe tener cuidados especiales al manipularlos, rezagando a toda la comunidad en lo que a comunicación científica respecta.

Por tanto, como pregunta de investigación que se desea resolver con el presente proyecto es el ¿Cómo por medio de la implementación de modelos 3D de especímenes se puede diseñar una metodología que permita apoyar la experiencia académica e investigativa para el Museo de Historia Natural (UAM)?, luego entonces esta investigación se enfoca en mejorar el proceso de análisis y adquisición del conocimiento con la manipulación virtual de los especímenes tanto para los estudiantes como docentes e investigadores, teniendo en cuenta como objetivo el diseñar una metodología para la generación de modelos 3D con fines académicos e investigativos para en el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM).

Por consiguiente, el presente documento tiene en cuenta la siguiente estructura de manera que permitirá dar respuesta al objetivo general trazado así: Se inicia con el planteamiento de los objetivos donde se deja definido claramente las acciones a realizar para el alcance del estudio, se continua con la justificación permitiendo indicar claramente las razones que dan cabida para el planteamiento del proyecto. En la sección 4 se plantea el marco de referencia en el cual se abordan los antecedentes y conceptos del proyecto, para seguidamente establecer las hipótesis en donde se propone la suposición que se espera demostrar. La metodología se presenta en la sección 6 en la cual se indica la estructura investigativa que acompaña el proyecto y que es aplicada para obtener los resultados presentados en el trabajo de campo que se enfoca a la descripción detallada de todas las actividades realizadas durante la investigación. Finalmente, se presenta la discusión de resultados donde se evalúa racionalmente la investigación respecto a los mismos y por último las conclusiones que facilita la articulación del punto de vista respecto a los resultados, los objetivos y la hipótesis.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar una metodología para generar modelos 3D de especímenes que permitan el apoyo académico e investigativo en el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM).

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las mejores técnicas para la generación de modelos 3D aplicables al Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM)
- Seleccionar la técnica de generación de modelos 3D para ser usada en la metodología propuesta, de manera que permita la manipulación virtual de los mismos.
- Diseñar el procedimiento que permita la integración entre la técnica de modelado 3D a implementar y los procedimientos existentes en el Sistema de Gestión de la Calidad correspondiente al Museo de Historia Natural (UAM) de la Universidad de la Amazonia.
- Validar la metodología propuesta haciendo uso de especímenes seleccionados.

3. Justificación

Para el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible el protocolo de manejo de las colecciones biológicas por parte de los museos de historia natural es algo relevante en el contexto de la administración y el funcionamiento de las colecciones a nivel nacional. Y por ello los museos como el de la Universidad de la Amazonia propendiendo por dicho objetivo proyectan sus procedimientos dentro del Sistema de Gestión de Calidad, limitando el número del personal que solicita autorización para el ingreso a las colecciones biológicas de referencia y docencia de solo dos personas en colección en seco y tres en líquido (Procedimiento Constancia De Ingreso A Colecciones Biológicas De Referencia Y Docencia, 2017). Teniendo en cuenta situaciones como las que respalda el Herbario Nacional de México (Gernandt et al., 2014) donde recalca que las colecciones sufren desgaste por motivo de la manipulación física a la que se llegan a verse sometidos.

Por lo cual, la transformación permanente de los procesos de enseñanza-aprendizaje han fomentado el cambio en los ambientes de formación. Consecuentemente se deben generar entornos más dinámicos que le permita a la comunidad estudiantil e investigativa de la Universidad de la Amazonia, vivir una experiencia mucho más interactiva, como el ambiente que se propone con la generación de modelos 3D de especímenes. Este sistema tecnológico se convierte en una herramienta pedagógica con información en modelos digitales de alta definición en tres dimensiones (3D), que se centra en la conservación e investigación del patrimonio nacional de la diversidad silvestre distribuidos en la región y salvaguardado por el Museo de Historia Natural (UAM).

Por esto, los modelos 3D se encuentra orientados a la conservación de especímenes preservados y sus rasgos anatómicos zoológicos (Ströbel et al., 2018) e información anexa a las adaptaciones de cuatro grupos de nuestra fauna: peces, herpetos, aves y mamíferos. La información presentada en un formato moderno que permite su gestión en términos de manipulación virtual, permitiendo en un futuro un crecimiento de manera exponencial de ser enriquecidos con tecnologías como Realidad Aumentada, Realidad virtual, Formatos de documentos portátil (PDF), impresiones 3D o Visualizadores de objetos 3D entre otros. Es tal la responsabilidad que la comunidad académica tiene frente al futuro, desarrollo y

transformación de nuestro contexto, que le es imperante fomentar la formación de líderes activos desde la escuela frente al uso, manejo y conservación de la biodiversidad de esta región catalogada como megadiversa.

En definitiva, el diseño de una metodología que permita la implementación de modelos 3D para analizar las estructuras de las distintas partes de los especímenes de tal manera que se garantice una mayor interacción y manipulación virtual de los especímenes interactuando con ellos las veces que se desee en comparación con los métodos tradicionales aplicados, reduciendo el contacto físico y se maximizaría los procesos investigativos debido a que no deben limitarse por el temor de dañar el espécimen (Mendez et al., 2018), puesto que la mayoría son delicados y requieren de cuidados especiales para su manipulación, por lo cual permite esta acción pero de una manera no invasiva. De esta manera no solo se beneficiaría la región, sino que también se beneficiaría el mundo entero con esta metodología. Finalmente es bueno resaltar que la metodología propuesta fácilmente puede ser modificada para interactuar no solo con especímenes, sino que se puede utilizar en otras áreas.

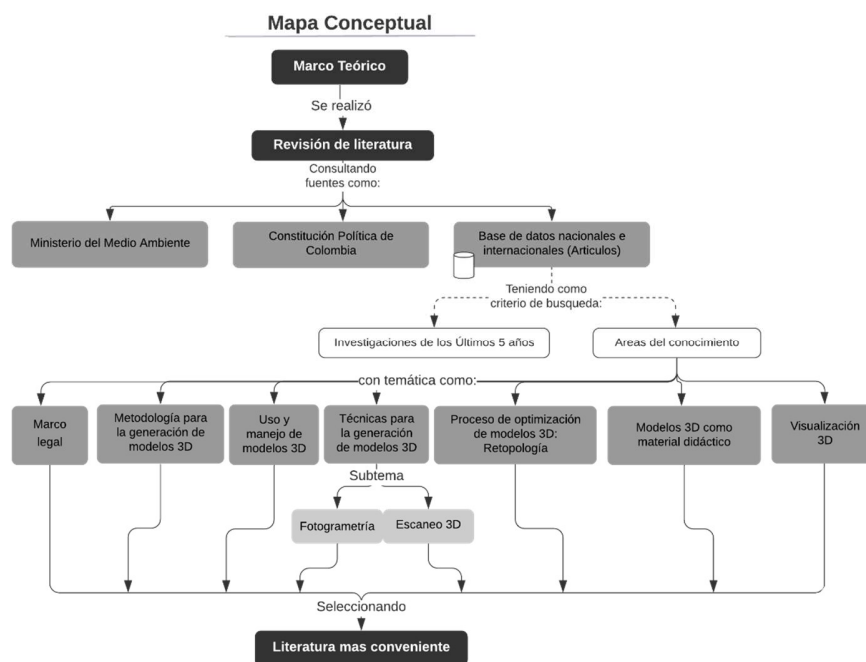
4. Marco de referencia

Los avances tecnológicos y el surgimiento de nuevas tecnologías informáticas en la actualidad son causantes de cambios en la sociedad, donde han revolucionado mayormente las actividades antropológicas en general. Este escenario puede convertirse en una herramienta contundente para su aprovechamiento en diferentes áreas del conocimiento con importantes beneficios para la población humana y su entorno.

De esta forma, la modernización en términos de ciencia y tecnología implementadas en una rama de la biología y especialmente enfocada en el área de la zoología que es el fuerte al que le apuestan los museos de historia natural con un perfil como el de la Universidad de la Amazonia.

Además, cobra relevancia en la medida que a través de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC) se permite el apoyo académico e investigativo de los especímenes en custodia por estos museos, es por ello que se contempla la temática que se observa en la Figura 1 para la construcción del marco teórico.

Figura 1. Mapa conceptual de la construcción del marco teórico.



Fuente: Elaboración propia.

4.1. Marco legal de colecciones biológicas

El marco legal que regula todo lo referente a la reglamentación de las colecciones biológicas en Colombia está a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través, del decreto 1375 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013), donde se definen todas las disposiciones legales correspondientes a la administración de la colecciones biológicas y su funcionamiento en todo el territorio nacional. Del mismo modo las obligaciones de aquellos que figuren como titulares de las colecciones junto a sus derechos. Además, de indicar el procedimiento del registro de las colecciones biológicas ante el instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt encargado de atender dichas actividades.

Además, es de aclarar que existen otras leyes, convenios, decretos y decisiones relacionados con todo lo que a recursos genéticos compete, como también a los productos que se derivan y tienen que ver con este; encontrándose así alineados con las funciones que llegan a cumplir los museos de historia natural en el país respecto a permitirse la experiencia académica e investigativa de acceso público, con relación a esto, en la Tabla 1 se exponen algunas normas que tienen que ver con el patrimonio natural.

Tabla 1. Marco Legal Colombiano.

Marco Legal	Trascendencia
Constitución Política de Colombia Artículo 8	“Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.
Ley 99 de 1993 Art. 21	“Créase el Instituto de Investigaciones Ambientales del “Pacífico John von Neumann””.
Decreto 2811 de 1974 CRN Art. 291	“Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.”

Convenio Diversidad Biológica CDB Ley 165 de 1994	“Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992”
Decisión Andina 391 de 1996 Artículo 5 y 6	Del capítulo “De la soberanía sobre los recursos genéticos y sus productos derivados” y destaca que “Los Países Miembros ejercen soberanía sobre sus recursos genéticos y sus productos derivados y en consecuencia determinan las condiciones de su acceso” además se dice que “Los recursos genéticos y sus productos derivados, de los cuales los Países Miembros son países de origen, son bienes o patrimonio de la Nación”

Fuente: elaboración propia, Adaptado de Acceso a recursos genéticos (Normatividad- Procedimiento) MinAmbiente

4.2. Metodología para generación de modelos 3D

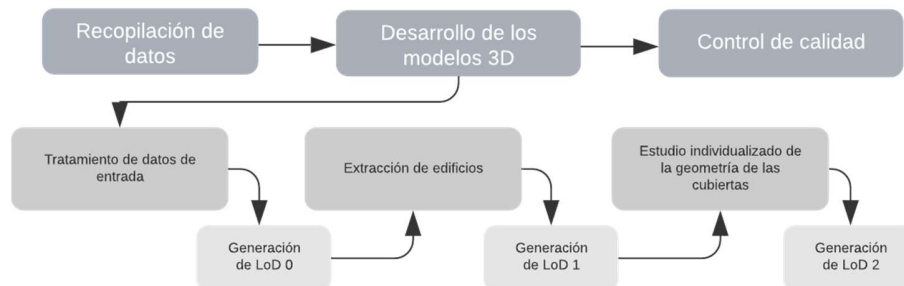
Los modelos 3D están tomando en la actualidad bastante relevancia en cuanto a los diferentes campos del conocimiento como apoyo en sus actividades, y esto se debe mayormente gracias al avance tecnológico que se evidencia en esta nueva era digital, generando consigo grandes beneficios como mejora en la calidad y la precisión de los modelos digitales, esto se logra debido a la evolución que han tenido tanto los hardware como el software, lo que ha estado generando la demanda por la generación de piezas digitales en tres dimensiones (3D) (White et al., 2018).

Ahora bien, con lo expuesto anteriormente, los modelos 3D traen grandes beneficios para la comunidad en diferentes campos, pero para la generación de dichos modelos se da la necesidad de basarse en diferentes lineamientos y metodologías. Respecto al utilizar metodologías para la generación de modelos 3D, autores como Álvarez (2018) propone un proceso como el que observamos en la

Figura 2, donde se enfoca en modelos virtuales urbanísticos.

Figura 2. Proceso de Generación del Modelo CityGML

Modelo CityGML

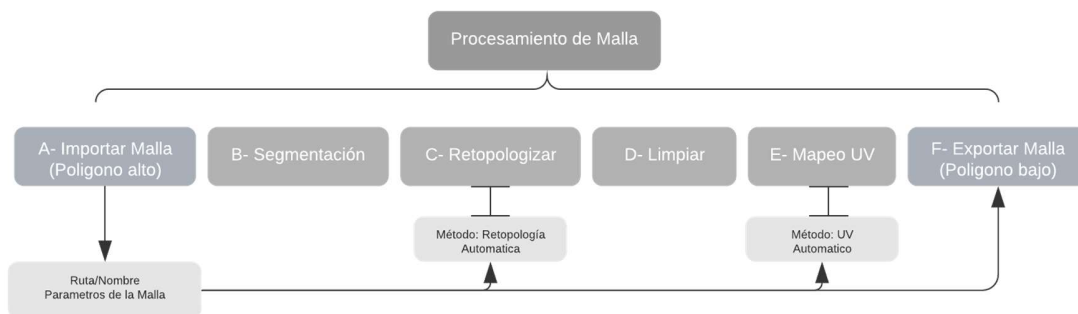


Fuente: Elaboración propia, adaptada del artículo “Metodología de Generación de Modelos Virtuales Urbanos 3D para ciudades inteligentes” (Álvarez et al., 2018)

De manera similar existen autores que realizan un enfoque más alineado con el objetivo del presente documento respecto a la zoología, en donde se muestra todo un proceso técnico del manejo del modelo 3D, como se puede apreciar en la Figura 3 (Medina et al., 2020), en cuanto al trato que debe recibir la malla el cual es el nombre que se le da a la superficie compuesta de polígonos del modelo.

Figura 3. Procesamiento de Malla Detallado

Procesamiento detallado de Malla



Fuente: Elaboración propia, adaptada del artículo “A rapid and cost-effective pipeline for digitization of museum specimens with 3D photogrammetry” (Medina et al., 2020)

4.3. Uso y manejo de modelos 3D

El surgimiento de nuevas tecnologías cada vez más potentes en el mercado como los smartphones y las “Tablets” entre los ya existentes ordenadores, ha facilitado el crecimiento de todo lo relacionado con los modelos 3D; su uso y manejo tanto en digital

como en físico con la aparición de las impresoras 3D. Estas tecnologías permitieron la interacción didáctica virtual de las diferentes representaciones digitalizadas e incluso facilitaron el hecho de interactuar con las mismas con el uso de tecnologías complementarias como la realidad virtual, realidad aumentada o realidad mixta. De manera similar se ha destacado la manipulación física de estos modelos 3D al convertirse en modelos tangibles con ayuda de impresoras 3D que son cada vez más accesibles en el mercado (Saorín et al., 2017).

Es de resaltar que el uso de los modelos 3D es utilizado en diferentes disciplinas (Badwin et al., 2015) como topografía, cartografía, la construcción y el patrimonio tanto mobiliario como inmobiliario entre otras, siendo el uso de los modelos tridimensionales una solución de alto impacto en cada una de estas áreas, para sus diferentes problemáticas.

4.4. Técnicas para generación de modelos 3D

Fotogrametría

Se define a la fotogrametría según el glosario de American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), como la ciencia, el arte y la tecnología que se articula en la obtención de información correspondiente a los objetos y el contexto ambiental de los mismos, por medio de procesos de registros, interpretación tanto de imágenes como de patrones de energía almacenada en regiones entre otros fenómenos (ASPRS Procurement Guidelines Committee, 2008).

La fotogrametría se centra en la correlación asistida de imágenes con el objetivo de identificar información geométrica tridimensional de los objetos contenidos en la representación, los cuales con la ayuda de herramientas computacionales especiales para esta labor y aplicando algoritmos matemáticos emparejan los puntos de las imágenes en el espacio tridimensional dando lugar a una nube de puntos que posteriormente permitirá la generación del objeto fotorrealista conocido comúnmente como modelo 3D. (Aparicio Resco et al., 2018).

La fotogrametría es también considerada en algunos casos una técnica que centra su objetivo en estudiar y definir con un alto margen de precisión lo que tiene que ver respecto a la forma, las posiciones espaciales de un objeto y sus dimensiones, basado

sencillamente en un conjunto de fotografía y sus respectivas medidas (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1990). Aunque esta técnica es muy antigua la esencia de su funcionamiento sigue siendo la misma, con la diferencia que la nueva tecnología ha permitido automatizar el proceso además de mejorar sustancialmente lo que a precisión respecta y en un menor tiempo. Además de generar durante este proceso nuevas nubes de puntos y mallas 3D en alta resolución (Acosta et al., 2018).

Escaneo 3D

Los grandes avances tecnológicos en el campo de la representación de objetos en 3D, ha permitido crear diferentes estrategias para la generación de estos y acorde a las capacidades presupuestales de los diferentes actores. Sin embargo, es de destacar que existen herramientas que vuelven el proceso de generación de modelos aún más cómodo de aplicar respecto a otras pero es de resaltar que estos tienen una desventaja y es el costo, puesto que el costo para implementar dichas herramientas son a veces elevados; este es el caso de los Scanner 3D que permiten una triangulación por láser que además admite unos grados de libertad limitados de movimiento pero que se compensa con el procesamiento de cada punto en el espacio mediante coordenadas precisas (Mesa Múnera et al., 2011). La evolución de esta técnica para la generación de modelos 3D a partir de herramientas como los Scanner ha permitido que estos trabajen bajo superficies complejas, corregir errores durante el proceso de generación de malla y almacenamiento de texturas de la figura poligonal.

4.5. Proceso de optimización de modelos 3D: Retopología

La retopología consiste en duplicar ya sea automática o manualmente el modelo digital existente en otro de calidad de malla más baja, esto se debe a que este proceso se basa en la generación de un modelo con una densidad muy grande que si bien carece de detalles ocultos y más precisos a comparación con el modelo original sigue reflejando la forma elemental morfológica del modelo (Hernández Muñoz et al., 2019). Este proceso se realiza con el objetivo de generar una topología controlada que es unión de un conjunto de polígonos indicados previamente que dan lugar a una figura.

De igual forma, el proceso de retopología trae consigo el efecto del proceso denominado decimación, en donde la malla 3D que envuelve la figura compuesta por polígonos se recalcula de tal forma que se reducen considerablemente la cantidad de estos lo que a su vez se evidencia en la disminución del número de detalles de dicha figura frente a la misma sin el tratamiento de este proceso (Niquet & Barberá, 2018). Es de aclarar que esto se realiza conscientemente para preparar un modelo 3D para los futuros procesamientos como texturización u optimización de la malla.

4.6. Modelos 3D como material Didáctico

Partiendo del hecho que la didáctica se puede definir como aquello que estudia de la pedagogía en donde se busca el estudio tanto de las técnicas como de los métodos de enseñanza, en la actualidad se ve con el surgimiento de las nuevas tecnologías una tendencia en crecimiento en el área educativa en la búsqueda de simuladores o en efecto su desarrollo con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario en lo que a enseñanza-aprendizaje se refiere (J. Ávila, 2016). Es por ello por lo que es cada vez más común en estos tiempos contar con visualizadores para representaciones en 3D, a pesar de que se pierden las características sensoriales al momento de uso pero que se compensa con la exactitud y manipulación de que se les dan a las piezas.

Como material didáctico los modelos 3D se ven presente en campos como la geometría haciendo uso de la realidad aumentada, permitiendo explorar no solo en dos dimensiones la representación de diferentes tipos de figuras geométricas, sino que facilitan la abstracción y fomenta las habilidades numéricas y espaciales de los individuos (Gómez-vargas et al., 2018), siendo en este campo de las matemáticas una herramienta didáctica interesante para la visualización de fenómenos de una forma fácil, practica y económica.

4.7. Visualización 3D

El contar con los modelos 3D son solo una parte de la ecuación del poder contar con objetos realistas de una manera digital, por otra parte, se debe tener en cuenta que debe existir la tecnología al alcance de todos para poder hacer uso de estos modelos y la visualización de este. Sin embargo, esto no es un problema en la actualidad gracias al gran avance tecnológico en el que nos vemos sumergido, donde ya se cuenta con herramientas

nativas dentro de los ordenadores para visualización de diferentes formatos en los que se pueden almacenar los modelos 3D facilitando incluso manipulación básica como rotación, segmentación y cortes entre otras funcionalidades elementales. Es de destacar, que de igual manera existen programas informáticos tanto libres como de pago que no solo permiten la visualización sino que dan el paso para alcanzar la edición profesional del mismo (Valencia & Muñoz, 2019).

De igual forma, existen plataformas que ofrecen servicios de almacenamiento específicamente de objetos 3D bajo diferentes licencias que van desde gratuitas con ciertas limitantes hasta empresariales con un sin número de ventajas, todas estas plataformas permitiendo que su manejo se dé sin un mayor conocimiento técnico. Al mismo tiempo las empresas del sector tecnológicos normalizan sus procesos para facilitar dispositivos electrónicos como gafas de realidad virtual, y sensores de profundidad que interactúen entre sí, generando un sin número de oportunidades para la utilización de estos modelos 3D gracias a su portabilidad para ser visualizados (SAORIN PÉREZ et al., 2016)

5. Hipótesis

Con el objetivo de apoyar la experiencia académica e investigativa de especímenes en el Museo de Historia natural de la Universidad de la Amazonia partiendo de una metodología que permita la generación de modelos 3D y con relación a lo mencionado en el planteamiento del problema y la formulación de la pregunta de investigación expuestas en la presente investigación se plantea la siguiente hipótesis:

Hi: Con la definición de una metodología para la generación de modelos 3D de especímenes aumentará la experiencia en los procesos académicos e investigativos en los museos de historia natural.

6.1 Metodología

Para la realización de la investigación se propusieron cinco (5) fases con sus respectivas actividades todas alineadas al alcance de los objetivos planteados, de tal forma que estas abarquen aspectos relevantes según como plantea Sampieri (2014, p. 127) en su propuesta de gestión del diseño de investigación para dar respuesta al objetivo de estudio; ahora bien, es importante tener en cuenta que las fases planteadas comprendieron el diseño y la construcción de una metodología para la generación de modelos 3D acorde al contexto del Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia, por consiguiente, se trabajará bajo la siguiente estructura:

Fase 1: Identificación de técnicas para la generación de modelos 3D

- Revisión de literatura 3D
- Identificación y clasificación de procedimientos del Sistema Gestión de Calidad

Fase 2: Selección de técnica de modelado 3D

- Cuadro comparativo de técnicas de modelado 3D
- Selección técnica de modelado 3D

Fase 3: Planificación y preparación de procedimientos

- Definición de procesos y técnicas a utilizar en el modelado 3D
- Pasos, descripción y responsable de las actividades
- Diagrama de Flujo del procedimiento
- Consolidación de metodología

Fase 4: Diseño de procedimientos e instrumentos

- Diseño y validación de instrumentos

Fase 5: Validación de la metodología

- Aplicación de instrumentos (Este instrumento se aplicará al inicio con la muestra de estudiantes y funcionarios del museo, además de aplicarlo con una entrevista posterior a la creación de la metodología)
- Análisis de resultados

6.1. Enfoque, diseño de la investigación y alcance o tipo de estudio

El enfoque que se desarrolló en el presente trabajo es un enfoque cualitativo, teniendo como referente a (Hernández Sampieri & Paulina, 2018) donde indica que se selecciona cuando “tu propósito es examinar la forma en que ciertos individuos perciben y experimentan fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretación y significado” (p. 390). Es en esencia lo que se busco fue analizar la realidad, el contexto real en el que interactúa la población objetivo y con dicho análisis el norte del presente proyecto fue el diseño de una metodología para generar modelos 3D de especímenes que permitan el apoyo académico e investigativo.

Así mismo, el diseño para el presente proyecto es de tipo no experimental transversal puesto que solo existe un momento para recolectar datos, de igual forma solo se buscó describir las variables y su respectiva incidencia en dicho momento. Además, el alcance de la investigación es descriptivo dentro de un tipo de estudio; toda vez que en conjunto permite realizar un acercamiento con el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM) para de esta manera alcanzar una naturalización de los procesos y procedimientos existentes en la organización con el fin de definir una metodología acorde a las necesidades del alcance del proyecto.

6.2. Definición de Variables

Para el presente estudio y conforme a la pregunta de investigación se seleccionaron las siguientes variables:

- Usabilidad
- Percepción
- Aplicabilidad
- Portabilidad

Definición Conceptual.

Con el objetivo de darle un contexto y concepto a las variables dentro del proceso de investigación, en la Tabla 2 se realiza una definición a cada una de ellas.

Tabla 2. Definición Conceptual de la Variable.

Variable	Definición Conceptual
Escalabilidad	Hace referencia al hecho de permitir la evolución continua de las funcionalidades y la mejora de todos los componentes y dominios que hacen parte integral, sin perder calidad ni articulación correspondiente al objetivo para el cual fue construido. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019)
Usabilidad	Es la capacidad de que tienen los productos para ser entendido, aprendido, usado, además de resultar atractivo para el cliente, al momento de ser usado en ciertas condiciones. (ISO 25000, 2019b)
Percepción	La percepción según Oviedo (Oviedo G., 2004), nos infiere que es un estado subjetivo, por medio de la cual se abstraer el mundo real a través de hechos relevantes.
Aplicabilidad	Son los resultados que pueden llegar a ser aplicables en otros contextos diferentes a la finalidad de estudio (Sampieri, 2014).
Portabilidad	Es la capacidad que tiene el producto de poder ser trasladado de forma efectiva y eficiente, además de su utilización en diferentes entornos (ISO 25000, 2019a)

Fuente: elaboración propia.

Definición Operacional.

En la definición operacional de las variables se estableció el procedimiento a trabajar, para efecto de la medición de cada una de ellas como se evidencia en la

Tabla 3.

Tabla 3 Definición Operacional de las Variables

Variable	Definición operacional
Escalabilidad	Revisión de documentos existentes.
Usabilidad	Checklist de las 5 sub-características basadas en el ciclo de vida de la calidad en ISO 9126 (Fernández Martínez, 2009).
Percepción	Cuestionarios de preguntas respecto a los modelos 3D, según constructo de percepción de calidad (Céspedes Quirós et al., 2011).
Aplicabilidad	Revisión de documentos existentes.
Portabilidad	Checklist de las 3 sub-características basadas en el ciclo de vida de la calidad en ISO 9126 (González Pinzón & González Sanabria, 2013)

Fuente: elaboración propia.

Población y Muestra

Es importante resaltar que se implementa un muestreo no probabilístico por conveniencia para la selección de los individuos de la investigación a los que se les aplicaran los respectivos instrumentos de recolección de información. Ahora bien, teniendo en cuenta la cantidad de funcionarios del Museo de Historia Natural, la cual es la institución para la que se diseña la metodología para la generación de modelos 3D de especímenes, el censo de la población es de cuatro (4) funcionarios entre los que se destacan el coordinador, el auxiliar de colección, el investigador y el curador. Adicionalmente se considera un grupo de estudiantes de las asignaturas de Ecología, Biología del desarrollo y Biología de la conservación correspondiente a los semestres III, VII y VIII respectivamente del programa de Biología de la Universidad de la Amazonia que son ciento veintiún (121) estudiantes de quinientos veinticuatro (524) que conforman el total del programa aproximadamente; con el objetivo de fortalecer la percepción académica del modelo 3D.

Por lo tanto, se estima que la muestra de la investigación es de aproximadamente treinta y cuatro (34) personas entre administrativos y estudiantes.

6.3. Selección de métodos o instrumentos para la recolección de información

Con el objetivo de diseñar la metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM) se hará uso de los siguientes elementos para la recolección de información:

- Observación
- Documentación existente
- Entrevistas
- Cuestionarios

6.4. Procedimientos y técnicas para la aplicación de instrumentos

Haciendo uso de bibliotecas y base de datos de reconocimiento se realiza una exhaustiva revisión de literatura sobre metodologías para el diseño 3D como base fundamental para la formulación de la propuesta aplicable al museo de historia natural. Y de igual forma se observa cómo es el funcionamiento operativo del museo para efecto de préstamo de especímenes y su proceso de registro para almacenaje y posterior búsqueda del individuo.

Con relación a la aplicación de la encuesta se procede a diseñar el instrumento, el cual antes de su aplicación pasará por un proceso de validez y confiabilidad. Y una vez surta la validación anteriormente mencionada, se procederá a aplicar el cuestionario al total de los funcionarios del Museo de Historia Natural y a una muestra no probabilística compuesta por al menos treinta (30) estudiantes de las asignaturas identificadas anteriormente en la sección de población y muestra. En este instrumento se tienen en cuenta los siguientes aspectos para ser evaluados: escalabilidad, usabilidad, percepción, aplicabilidad y

portabilidad; fuera de los datos demográficos, es de resaltar que su aplicación será de manera virtual.

Por último, se diseña una entrevista que se puede ver en el Anexo A – Instrumentos definitivos, la cual será aplicada a un profesional que tenga conocimiento sobre el manejo de los especímenes dentro de un museo de historia natural tanto a nivel académico como investigativo, el cual conocerá previamente todo lo relacionado con la metodología propuesta para la generación de modelos 3D y contar con su apreciación.

7. Trabajo de campo

Para el desarrollo de la labor de trabajo de campo del proyecto se realiza un diagnóstico inicial de literatura de modelos 3D, comparación y selección de la técnica 3D a implementar dentro de la metodología a desarrollar, diseño y validación de instrumentos, planificación y preparación de procedimientos que integren la metodología para generación de modelos 3D con los procedimientos existentes dentro del Sistema de Gestión de la Calidad de la Universidad de la Amazonia para concluir con la validación de la metodología.

7.1. Identificación de técnicas para la generación de modelos 3D

Con el objetivo de poder identificar las mejores técnicas para la generación de modelos 3D se procede con una revisión de literatura para comprender holísticamente sobre este proceso, y así mismo, comprender holísticamente el funcionamiento del Museo de Historia Natural (UAM) por medio de los procedimientos de la gestión de la calidad de la Universidad de Amazonia.

Revisión de Literatura 3D

Antes de iniciar la revisión de literatura respecto a los modelos 3D, se debe tener en cuenta que estos hacen referencia a la creación de imágenes en tres dimensiones; en la actualidad se hablaría comúnmente mediante algún medio informático, sin embargo, no se pueden descartar algunas técnicas del pasado para la construcción de piezas físicas. Este tipo de procesos o técnicas están y cuentan con similitud con las artes plásticas.

Ahora bien, para llevar a cabo la revisión de literatura sobre la temática de 3D enfocada a la generación de modelos, se realiza una búsqueda en bases de datos reconocidas como Scopus y ScienceDirect, teniendo en cuenta un rango de búsqueda de los últimos cinco (5) años de publicaciones, buscando especialmente la temática de “3D modelling techniques” y teniendo en cuenta áreas temáticas como ingeniería, ciencias de la computación, ciencias de los materiales y bioquímica, biogenética y biología molecular. Con relación a los criterios de búsqueda aplicados en las diferentes bases de datos especializadas se obtuvieron como resultado un total de noventa y seis (96) artículos, que se puede evidenciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Artículos filtrados

Base de datos	Resultados
Scopus	26
ScienceDirect	70
Total	96

Fuente: elaboración propia.

Realizando un análisis minucioso al contenido de la literatura seleccionada se logró identificar algunos patrones que tienen relación con la definición ya indicada de modelos 3D, entre ellos están el hecho de utilizar modelamiento 3D basado en software, algunas técnicas utilizando fotografías a la que se le denomina fotogrametría y el manejo de Escáneres 3D.

Identificación de Técnicas o Tecnologías para Modelado 3D

Teniendo en cuenta las tecnologías que se identificaron, las técnicas más recurrentes se pueden visualizar en la Tabla 5, en ella están las propuestas que se lograron abstraer según los trabajos, usos, casos de estudio e investigaciones de los artículos filtrados. Es de resaltar que las técnicas y tecnologías que se seleccionaron tienen una estrecha relación con el modelado 3D más allá del uso de un modelo ya construido.

Tabla 5. Tecnologías modelado 3D

Técnica / Tecnología	Descripción	Algunas Herramientas	Autores
Tradicional	Máquinas para sacar puntos los cuales son muy utilizado en las artes plásticas y funciona de forma similar a los pantógrafos, de igual forma el esculpir a mano modelos 3D en materiales como barro, plastilina etc.	Máquina para sacar puntos, A mano.	(M. Ávila, 2018)
Software de modelado	Los softwares de modelado 3D permiten esculpir objetos tomando como base figuras trigonométricas y	Blender, Maya, 3ds Max, ZBrush.	(de la Torre-Cantero et al., 2015), (Niquet

	darles formas hasta obtener la forma deseada.		& Barberá, 2018), (Eduardo et al., 2015), (Porpiglia et al., 2019)
Fotogrametría	La técnica fotogramétrica se basa en tomar varias fotos del objeto que se desea modelar en 3D, desde diferentes alturas y luego utilizar un software especializado para procesarlas y generara el modelo.	Agisoft Metashape, RealityCapture, Pix4D, Meshroom, VisualSFM.	(Aparicio Resco et al., 2018), (Suarez-Burgoa & Castro-Caicedo, 2019), (Ströbel et al., 2018), (Badwin et al., 2015)
Escáneres 3D	Los Escáner 3D cuentan con dos formas de modelar, uno que es por contacto y es tocando la pieza mediante un brazo y trasladar esas ubicaciones en un espacio de tres dimensiones, o la segunda por medio de un láser que permite representar las superficies físicas en espacios geométricos, con textura y escala.	Escáneres 3D Artec, Escáneres 3D Sense, Escáner 3D EinScan, Escáner Creaform.	(Tejado Sebastián, 2005), (Valero Rodríguez, 2013), (White et al., 2018)

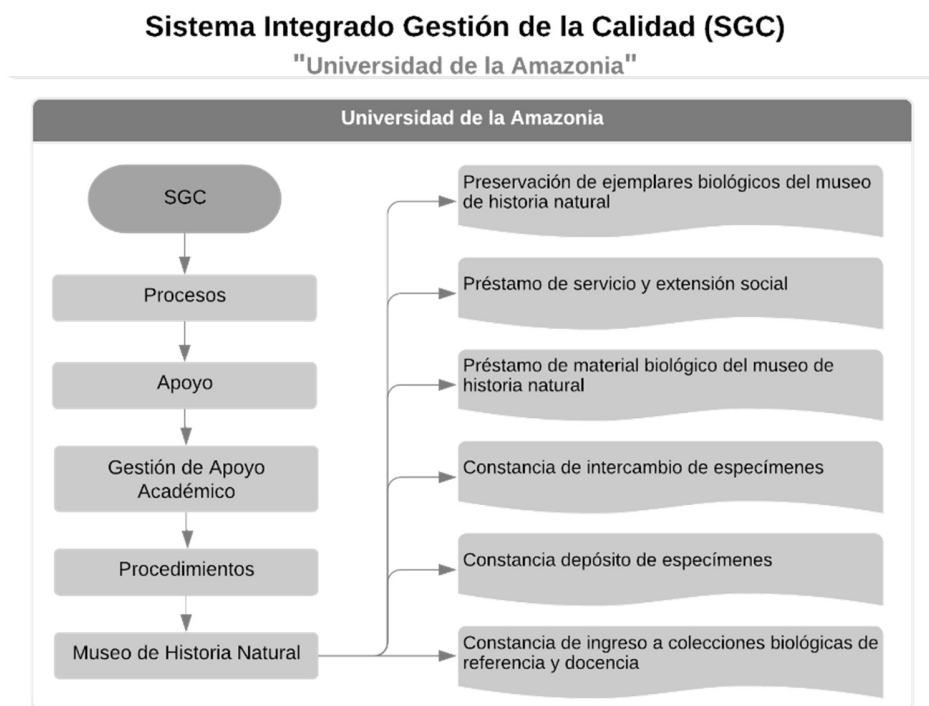
Fuente: elaboración propia.

Identificación y Clasificación de Procedimientos del Sistema Gestión de Calidad

La siguiente actividad requerida para realizar la selección de los procedimientos que tuvieran relación con el Museo de Historia Natural de la Universidad, es la identificación de dichos procedimientos en el estructurado Sistema Gestión de Calidad con el que cuenta la Universidad basado en la estandarización de la ISO 9001.

Con lo expuesto anteriormente se permitió la construcción del diagrama de flujo en donde se indica estructuralmente la ubicación de los procedimientos con los que cuenta el Museo de Historia Natural tal como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4. Ubicación de procedimientos del Museo de Historia Natural



Fuente: elaboración propia.

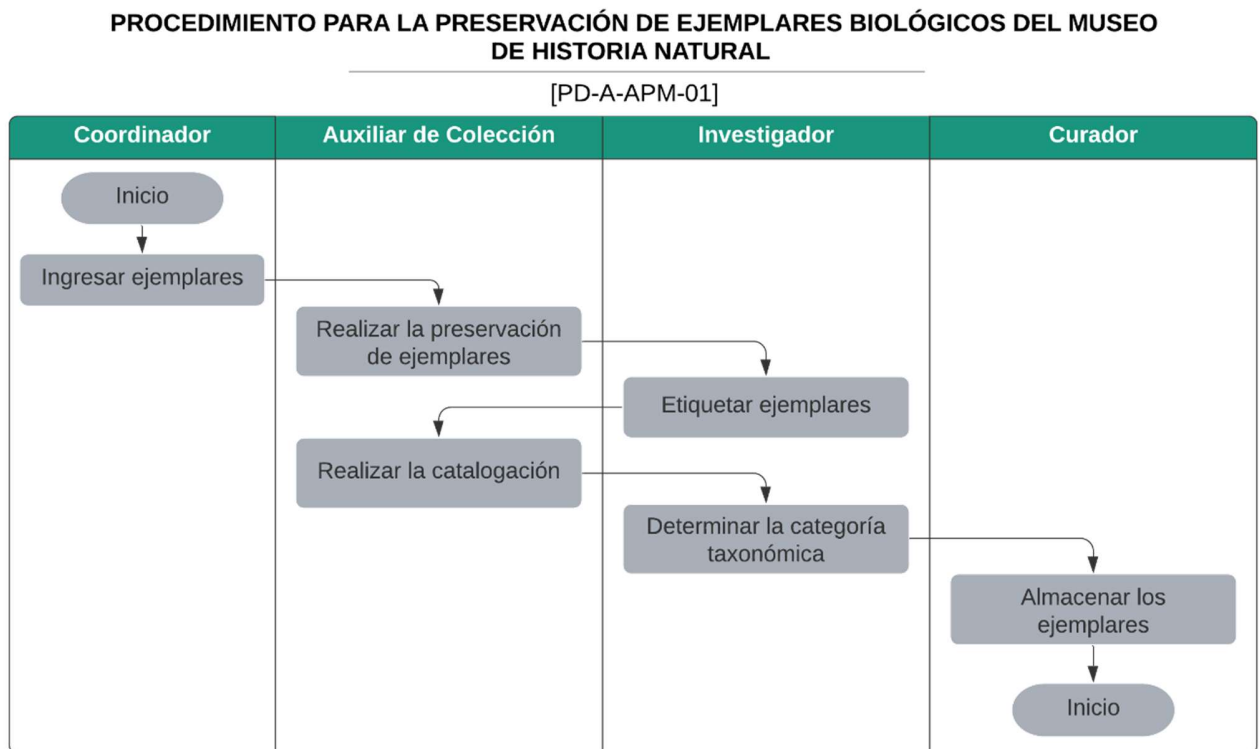
Los seis (6) procedimientos identificados tienen una estrecha relación tanto con el museo como con los especímenes en lo referente a la preservación, el préstamo, intercambio e ingresos de las colecciones biológicas. Sin embargo, para efectos prácticos de este proyecto, los procesos relevantes son la preservación de ejemplares biológicos del museo de historia natural (PD-A-APM-01) que será punto de partida para digitalización 3D de especímenes. Otro proceso que tiene estrecha relación con el proyecto es el préstamo de material biológico del museo de historia natural (PD-A-APM-02) que servirá para la

búsqueda e identificación del espécimen digitalizado, estos procedimientos se detallan a continuación:

- **Preservación de ejemplares biológicos del museo de historia natural (PD-A-APM-01).**

Este procedimiento detalla la manera adecuada de cómo se debe realizar procedimentalmente la preservación y el manejo de los especímenes paso a paso como se evidencia en la Figura 5 al momento de ingresar el individuo.

Figura 5. Flujo procedimiento para la preservación de ejemplares biológicos del museo de historia natural

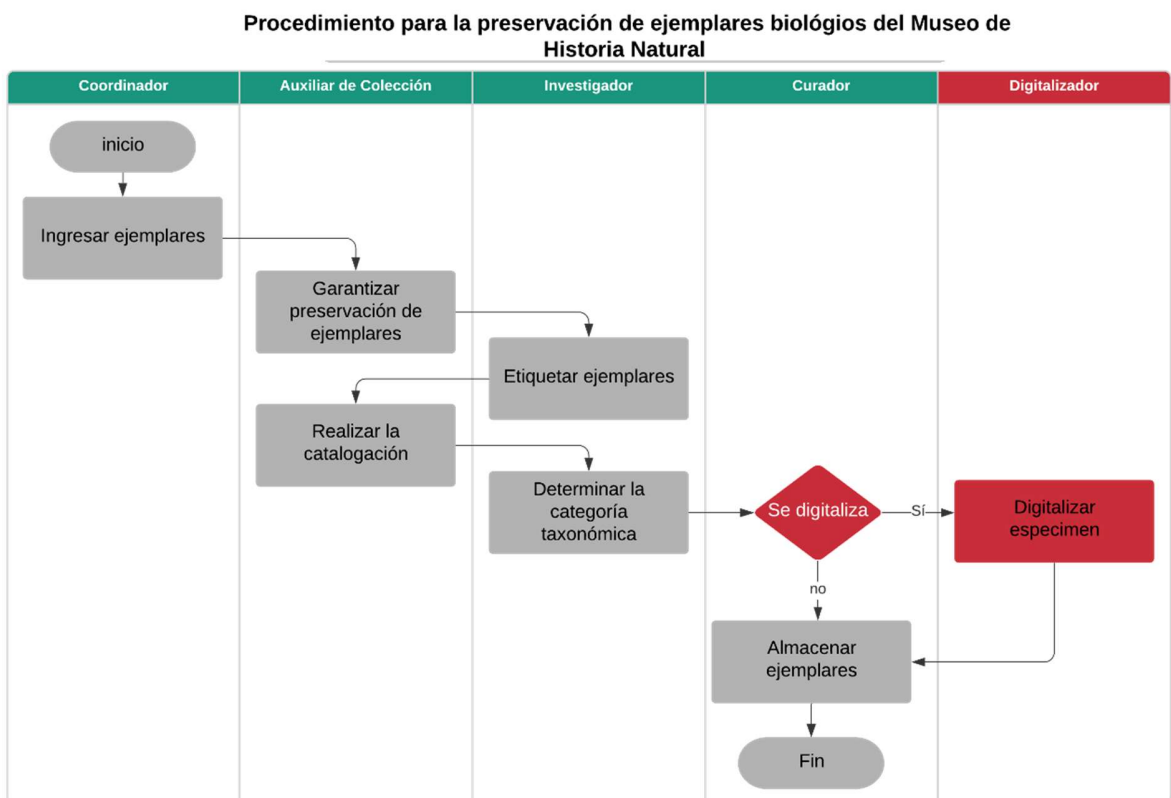


Fuente: elaboración propia, adaptada del Sistema Gestión de la Calidad de la Universidad de la Amazonia.

Sin embargo, se presenta la propuesta de la Figura 6, donde se resalta en color rojo los procesos, toma de decisiones y actores que se deben tener en cuenta para efectos de incorporar la metodología para la generación de modelos 3D dentro del ya existen procedimiento de preservación de ejemplares.

Dentro de la propuesta se encuentra una toma de decisión que es resuelta por el curador quien indica si el espécimen será digitalizado o no, en donde de ser afirmativa se enviara a un nuevo actor que se debe agregar denominado digitalizador; quien se encargara de llevar a cabo la metodología propuesta y una vez aplicada devolverá el espécimen al curador para que este continúe con el procedimiento según se encuentra especificado actualmente.

Figura 6. Propuesta del flujo procedimiento para la preservación de ejemplares biológicos del museo de historia natural.

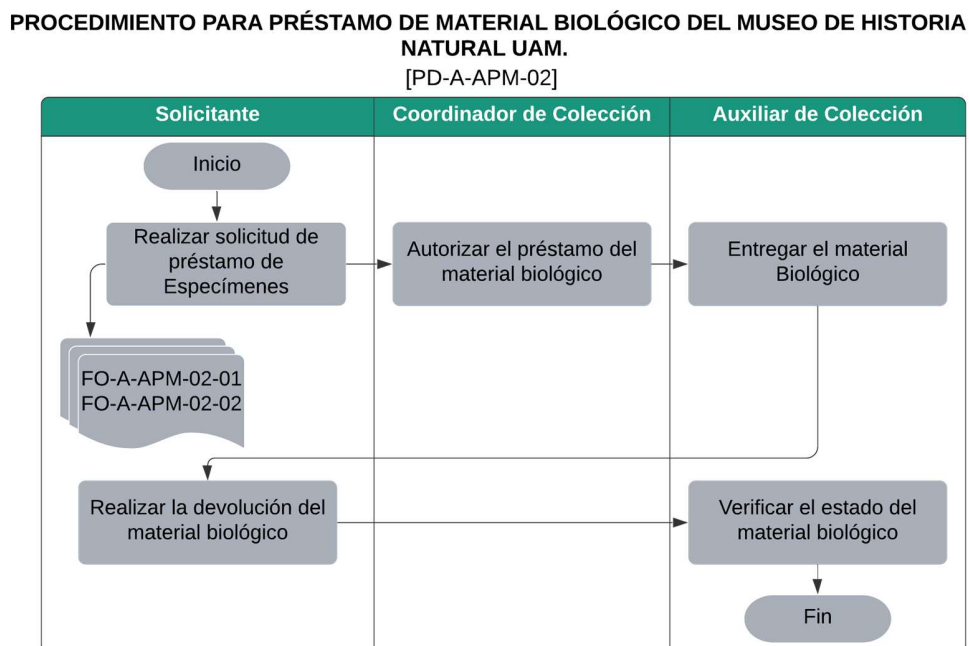


Fuente: elaboración propia, adaptada del Sistema Gestión de la Calidad de la Universidad de la Amazonia.

- **Préstamo de material biológico del museo de historia natural (PD-A-APM-02).**
El procedimiento de préstamo como se aprecia en la Figura 7 tiene como fin el facilitar los especímenes que ya se encuentran registrados dentro de las

coleccionas biológicas para actividades académicas e investigativas, donde el solicitante ya sea un investigador o un docente fungirá como responsable del material facilitado por el Museo de Historia Natural.

Figura 7. Flujo procedimiento para préstamo de material biológico del Museo de Historia Natural UAM.

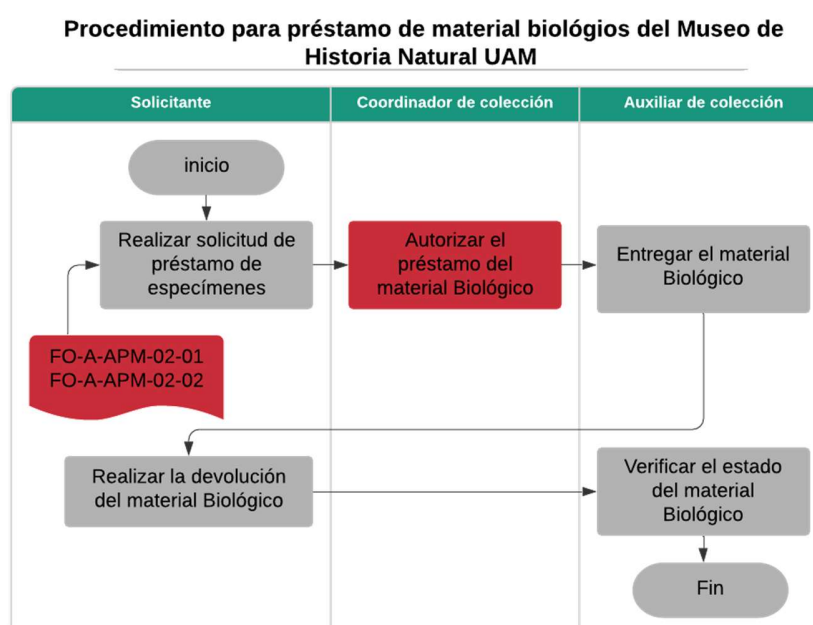


Fuente: Sistema Gestión de la Calidad de la Universidad de la Amazonia.

Dentro de este contexto y para aprovechar al máximo los modelos digitalizados en 3D y sin afectar el normal desarrollo de las actividades del proceso, se propone simplemente recomendaciones en los formatos y en los procesos que se resaltan en color rojo (Autorizar el prestamos del material Biológico y FO-A-APM-02-01/FO-A-APM-02-02) en la Figura 8. Con relación a estos procesos se recomienda que tanto en el proceso de autorizar como en la de los formatos, el solicitante indique en la casilla de observaciones que se le facilite el espécimen digitalizado, para que posteriormente sea autorizado o negado según corresponda por parte del coordinador de colecciones en la actividad denominada "Autorizar el préstamo del material biológico".

Como resultado, estos cambios se realizan pensando en que se pueda facilitar el préstamo del material biológico junto al digital para su aprovechamiento y sobre todo evitando sobrecargar con más actividades los procedimientos en cuestión.

Figura 8. Propuesta Flujo procedimiento para préstamo de material biológico del Museo de Historia Natural UAM.



Fuente: elaboración propia, adaptada del Sistema Gestión de la Calidad de la Universidad de la Amazonia.

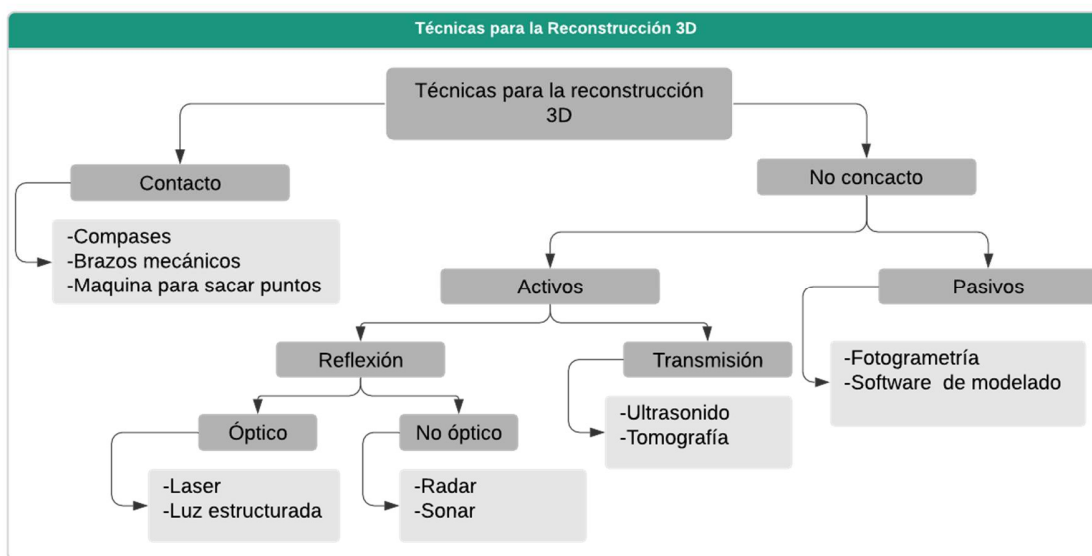
7.2. Selección de técnicas de modelado 3D

Para la selección de la técnica de modelado 3D a utilizar en el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia se tomó como base las técnicas y tecnologías identificadas durante la revisión de literatura sobre la temática de 3D, donde se construye un cuadro comparativo que facilite la toma de decisión de cual o cuales tener en cuenta de ser el caso.

Sin embargo, antes de la construcción del cuadro comparativo se procedió con el diseño de un diagrama que evidenciara estructuralmente como se clasifican las diferentes

técnicas de reconstrucción 3D, para así profundizar y contar con más herramientas que permitan la selección del mejor camino para aplicar dentro de la metodología a desarrollar. El resultado se presenta en la Figura 9, en la cual se puede visualizar un flujograma que permite identificar donde se ubicarían cada una de las técnicas o tecnologías establecidas en la Tabla 5.

Figura 9. Técnicas para la reconstrucción 3D



Fuente: elaboración propia, adaptado (Rocchini et al., 2001). “A low cost 3D scanner based on structured light”

Cuadro comparativo de técnicas de modelado 3D

Para la construcción del cuadro comparativo que se evidencia en la Tabla 6, se toma como base para su construcción literatura de proyectos con resultados y conclusiones ya establecidos que contribuyen a la identificación de ventajas y desventajas de cada una de las técnicas. A continuación, se contextualiza sobre las técnicas de modelado 3D:

- **Tradicionales**

Cuando se habla de las técnicas tradicionales, partimos del hecho que son aquellas que se encuentran en la categoría de técnicas de modelado por contacto como se indica en el flujo de la Figura 9. Esta es una de las técnicas más antiguas donde una de las herramientas más relevante es el puntómetro que se puede apreciar en

la Figura 10, y que en la actualidad cuenta con un homologo más avanzado como los brazos mecánicos con sensores que realizan la misma actividad y son utilizados en el sector industrial. Si bien esta técnica es una de las más antiguas para la reconstrucción de piezas solo maestros y profesionales en este arte con un conocimiento más desarrollado del diseño y aquellos procesos que lo integran, permiten un rango más amplio de ejecución de proyectos de este talante como lo concluye (Garza Moreno, 2015).

Figura 10. Puntómetro



Fuente: adaptado (*Puntómetro*, 2021). “Glosario Ilustrado de arte Arquitectónico”

- **Software de modelado**

Esta tecnología forma parte de la categoría de la técnica de no contacto y un subnivel denominado pasivo de la Figura 9. Esta tecnología de tipo software de modelado es especialmente utilizada por artistas del diseño quienes explotando uno de los potenciales de estas herramientas, como lo es esculpir digitalmente, construyen modelos tridimensionales como los de la Figura 11. Sin embargo, como lo indica Garza (2015) la mayoría de los resultados son inesperados teniendo en cuenta que en ocasiones por falta de conocimiento o las decisiones que se deben tomar durante el proyecto puede llevar a que se modifique la forma y por ende no se plasme la perfección.

Figura 11. El modelado en la creación de personajes

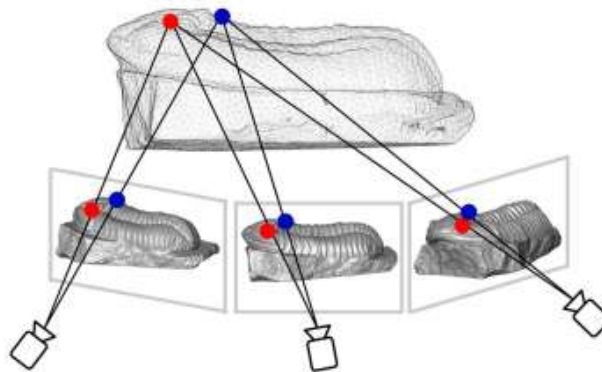


Fuente: adaptado (Bystedt, 2021). “Usando Blender en el desarrollo de juegos”

- **Fotogrametría**

La fotogrametría es una de las herramientas de la actualidad más utilizada, según Evin (2016), para la generación de modelos tridimensionales visualmente satisfactorios en cuanto a la morfología, textura y coloración de las piezas a partir de técnicas fotográficas como las de la Figura 12 ofreciendo una alternativa de bajo costo en contexto investigativos.

Figura 12. Triangulación para calcular las coordenadas



Fuente: adaptado (Cunningham, 2021). “The use of photogrammetric fossil models in palaeontology education”

- **Escáneres 3D**

Los escáneres 3D son una tecnología relativamente nueva y por su costo la literatura científica en algunos contextos es limitada incluso nula, entendiendo que es comúnmente más vista en procesos industriales. Sin embargo, en los escenarios

en donde se ha comparado a nivel de velocidad, confiabilidad y precisión frente a métodos tradicionales resulta altamente prometedora (Farhan et al., 2021).

En relación con lo anterior, existe una gran variedad de fabricantes que ofrecen escáneres 3D en el mercado, sin embargo, los costos no son los más accesibles, aunque son compensados con la calidad de los resultados de sus productos.

Figura 13. Escáner 3D



Fuente: adaptado (Creaform, 2021). “[Escáner portátil de objetos 3D] | de luz blanca de Creaform”

Ahora bien, el análisis riguroso de cada una de las técnicas de modela 3D nos da como resultado la Tabla 6 donde se puede apreciar las ventajas y desventajas que serán criterios claves para la selección de la técnica que más se adecua a las necesidades del proyecto.

Tabla 6. Cuadro comparativo de técnicas de modelado 3D

Categoría de la Técnica o tecnología	Técnica o tecnología	Ventajas	Desventajas
Contacto	Tradicionales	-La experiencia del artista tiene impacto en la calidad de la pieza final. -Es aplicable con herramientas convencionales o nueva tecnología.	-Dificultad para trabajar con algunas piezas respecto a su peso, material e incluso dimensiones. -La calidad y precisión de la pieza final. -Duración de la actividad.

<p>No contacto/ Pasivo</p>	<p>Software de modelado</p>	<p>-Existe una gran cantidad de software bajo licencias Free -Cuentan con gran cantidad de herramientas para esculpir, texturizar, renderizar e incluso animar.</p>	<p>-Se requiere un amplio manejo de la herramienta. -Se debe contar preferiblemente con aptitudes artísticas y comprensión de artes plásticas. -La precisión final de la pieza está muy condicionada por el factor humano.</p>
<p>No contacto/ Pasivo</p>	<p>Fotogramétrica</p>	<p>-Existen software free que se complementa a la técnica fotográfica. -No se necesita conocimientos especializado para contar con modelos aceptables. -Su precisión según la literatura y estudio es bastante satisfactoria. -Permite generar texturas de gran calidad. -Gran portabilidad para aplicar la técnica.</p>	<p>-Depende netamente de la calidad de las imágenes fotográficas para la generación de modelos.</p>
<p>No contacto/ Activos/ Reflexión/ Óptico</p>	<p>Escáneres 3D</p>	<p>-Cuentan con una alta precisión. -Su velocidad y procesamiento son rápidos respecto a otros métodos. -Dependiendo de la referencia del escáner se</p>	<p>-Costos relativamente elevados. -Normalmente se debe comprar el software de postprocesamiento por aparte, incrementando</p>

		puede contar con portabilidad.	sustancialmente su costo final.
--	--	--------------------------------	---------------------------------

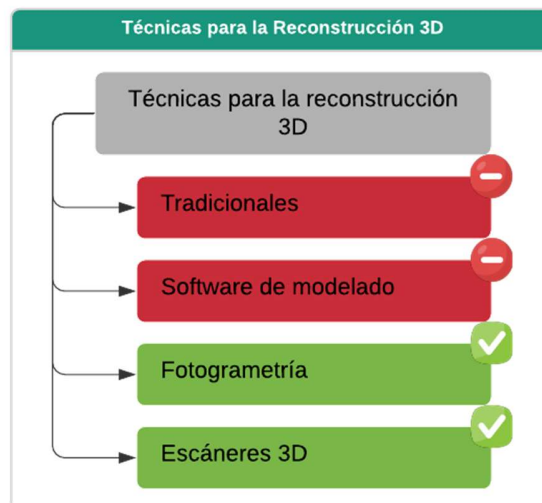
Fuente: elaboración propia.

Selección de técnica de modelado 3D

Una vez construido el cuadro comparativo de técnicas de modelado 3D, donde contamos con un total de cuatro (4) opciones, sobre las cuales se procede a realizar un primer descarte teniendo en cuenta las desventajas que lleguen a presentar como lo es el contacto de la técnica frente a la pieza que pudiese deteriorar la misma, al igual, si de alguna manera se ve afectada la precisión de los modelos generados por el factor humano. Lo anterior, lleva a descartar las técnicas tradicionales y el software de modelado como se muestra en

Figura 14 con el color rojo resaltando estas opciones.

Figura 14. Primer filtro de la selección de técnica.



Fuente: elaboración propia.

En consecuencia se determinan solo dos (2) opciones de técnicas aceptables que son fotogrametría y escáneres 3D, las cuales revisando los estudios de Ávila (2018) de la aplicación de tecnologías 3D en diferentes contextos y principalmente en lo referente a fotogrametría y escáneres 3D, que junto al cuadro comparativo planteado por García

(2018) de la Figura 15 respecto de las dos tecnologías faltantes, se puede encontrar que las dos son candidatas para ser utilizadas dentro de la metodología para la generación de modelos 3D del presente proyecto.

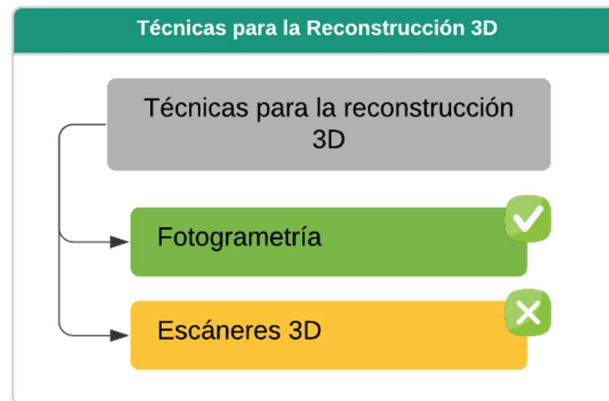
Figura 15. Cuadro comparativo (Fotogrametría vs Escáneres)

Sistema	Fotogrametría	Escáner luz estructurada	Escáner luz estructurada
Modelo	<i>Poweshot G12 de Canon</i>	<i>Eva de Artec 3D</i>	<i>EinScan-SP de Shining 3D</i>
Programa	<i>Agisoft Photoscan</i>	<i>Artec Studio 12</i>	<i>EinScan Software V2.6</i>
Toma de datos	Manual	Manual	Automático (mesa giratoria)
Calibración	No	No	Si
Tiempo toma de datos	1 h	30 min	4 h
Tiempo procesado	3 h mascarar 6 h	3 h	30 min
Alineado	Automático	Automático	Automático (mientras)
Residuos	Poco	Mucho	Nada

Fuente: adaptado de (García Vacas & Drago, 2018). “Análisis comparativo de diferentes sistemas de digitalización tridimensional aplicados a patrimonio escultórico”

Sin embargo, a pesar de que las dos son grandes opciones se enfatizara la metodología en el uso de la fotogrametría y se complementara pensando en que a futuro se logre contar con un escáner 3D teniendo en cuenta que la institución no cuenta con esta tecnología, a diferencia de la otra opción que se puede implementar de manera inmediata. De acuerdo a lo anterior, se construye la Figura 16 donde se plasman las dos opciones; pero se diferencia los escáneres 3D con un color amarillo por las razones ya expuestas.

Figura 16. Selección definitiva de las técnicas de modelado 3D.



Fuente: elaboración propia.

7.3. Validación de instrumentos

Como insumo para llegar a identificar la percepción y los requerimientos para una nueva metodología, los cuales sean más consistentes y precisos, se procedió con la construcción de un par de instrumentos como lo son una entrevista y una encuesta que podrá ser aplicada tanto a estudiantes como a docentes, todo con el objetivo de que éstas permitiesen enfocar la ruta a seguir según las necesidades de la población y muestra identificada. Para ello se construyeron los instrumentos anteriormente mencionados y evidenciables en el Anexo B – Instrumento.

Validación de instrumentos

Para la realización de la validación de los instrumentos a aplicar para el presente proyecto, se hizo uso del Coeficiente de Validez de Contenido propuesto por Hernández Nieto (Pedrosa et al., 2014) quien permite trabajar con el grado de concordancia entre tres (3) y cinco (5) expertos.

Por tanto, se identificaron los expertos teniendo en cuenta que como mínimo contaran con grado de maestría, hicieran parte de una institución educativa superior y sus títulos tengan algún grado de relación con las temáticas involucradas en el proyecto, para lo cual contamos con los siguientes jueces expertos:

- Claudia Jiménez Arenas, Ingeniera de Alimentos, Especialista en Evaluación pedagógica, Magister en Agroforestería, Docente de la Universidad de la Amazonia.

- Eliana Dirley Cordoba Correa, Ingeniera de Sistemas, Especialista en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Innovación Educativa, Magister en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Docente de la Universidad de la Amazonia.
- Jesús Emilio Pinto Lopera, Ingeniero Físico, Magister en Sistemas Mecatrónicos, Doctor en Sistemas Mecatrónicos, Docente de la Universidad de la Amazonia.

En consecuencia, se procedió a facilitarles dos (2) instrumentos; una encuesta y una entrevista para su valoración respectivamente como se puede evidenciar en Anexo C - Formatos de Evaluación de Instrumentos, la cual contaban con los indicadores que se aprecian en la Tabla 7:

Tabla 7. Indicadores

Indicadores	
Indicador	Descripción
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.
Calidad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.

Fuente: adaptado de (ka Fernández-Morales et al., 2017). **“Evaluación psicométrica de un instrumento para medir la apropiación tecnológica de estudiantes universitarios”**

Los cuales pueden ser evaluados cada uno en grado de valor que va de 1 a 5 teniendo en cuenta la siguiente recomendación:

1. Inaceptable
2. Deficiente
3. Aceptable
4. Bueno
5. Excelente

Es de aclarar que este conjunto de indicadores se le aplica a cada uno de los ítems a evaluar, además cada uno de los mismos cuenta con una casilla para que el experto pueda indicar observaciones sobre este, de considerarlo necesario según su juicio.

Ahora bien, para resolver el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC), se procede encontrando la relación proporcional del nivel de valoración, dado por la Ecuación (1) la cual es necesaria para calcular la media correspondiente a cada uno de los ítems.

$$CVCi = \frac{Mx}{Vmax} \quad (1)$$

Donde M_x es la relación proporcional con respecto a la estimación de las valoraciones de los juicios de los expertos, lo que en esencia sería la media. V_{max} corresponde al valor máximo que se puede obtener en cada ítem según el grado de valor proporcionado, como se evidencia en la Tabla 8 y Tabla 9.

En consecuencia, se procedió a identificar la probabilidad de concordancia o de error como también se le conoce; de los jueces mediante el uso de la Ecuación (2).

$$Pe = \left(\frac{1}{j}\right)^j \quad (2)$$

Donde j hace referencia al número de jueces que facilitaron su valoración, por lo tanto, el resultado de $Pe = 0.03704$ para cualquiera de los dos (2) instrumentos. Y ya para finalizar se aplica la Ecuación (3) que nos dará paso al Coeficiente de Validez de Contenido de cada ítem como se puede notar en las Tabla 8 y Tabla 9.

$$CVC = CVCi - Pe \quad (3)$$

Tabla 8. Coeficiente de Validez de Contenido (Encuesta)

Ítem	Juicio de Experto 1	Juicio de Experto 2	Juicio de Experto 3	CVCi	Pe	CVC
Ítem 1	19	20	18	0.95000	0.03704	0.91296
Ítem 2	20	20	19	0.98333	0.03704	0.94630

Ítem 3	19	20	20	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 4	20	20	18	0.96667	0.03704	0.92963
Ítem 5	20	20	18	0.96667	0.03704	0.92963
Ítem 6	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 7	20	20	17	0.95000	0.03704	0.91296
Ítem 8	20	20	19	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 9	20	20	19	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 10	19	20	19	0.96667	0.03704	0.92963
Ítem 11	20	20	13	0.88333	0.03704	0.84630
Ítem 12	19	20	20	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 13	19	20	20	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 14	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 15	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 16	20	20	19	0.98333	0.03704	0.94630
Promedio:						0.93588

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Coeficiente de Validez de Contenido (Entrevista)

Ítem	Juicio de Experto 1	Juicio de Experto 2	Juicio de Experto 3	CVC _i	Pe	CVC
Ítem 1	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 2	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 3	20	19	20	0.98333	0.03704	0.94630
Ítem 4	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 5	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 6	20	19	17	0.93333	0.03704	0.89630
Ítem 7	20	20	18	0.96667	0.03704	0.92963
Ítem 8	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Ítem 9	20	20	20	1.00000	0.03704	0.96296
Promedio:						0.9500

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la interpretación de los resultados se debe considerar la Tabla 10 donde Hernández-Nieto facilita una escala con la que se puede realizar una valoración rápida de cada ítem tomando el CVC y contrastándola con la misma.

Tabla 10. Interpretación del Coeficiente de Validez de Contenido

a)	Menor que .60, validez y concordancia inaceptables.
b)	Igual o mayor de .60 y menor o igual que .70, validez y concordancias deficientes.
c)	Mayor que .71 y menor o igual que .80, validez y concordancia aceptables
d)	Mayor que .80 y menor o igual que .90, validez y concordancia buenas
e)	Mayor que .90, validez y concordancia excelentes.

Fuente: recuperado de “Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas” de (Hernández-Nieto, 2011)

Por consiguiente, se puede indicar que todos los ítems de los diferentes instrumentos cuentan con un CVC superior a 0.90 permitiendo inferir, según la tabla de interpretación, que la validez y concordancias de cada uno de ellos es excelente. Se puede concluir que en su totalidad los instrumentos se encuentran validados, a pesar de las observaciones dadas por los expertos las cuales fueron más de forma, como se puede evidenciar en el Anexo D - Recomendaciones de expertos, las cuales se tuvieron en cuenta para la construcción del instrumento del Anexo A - Instrumentos definitivos y que cuentan con su respectiva constancia según Anexo E - Constancia de juicio de expertos.

7.4. Procesamiento estadístico de datos

Los datos recolectados del instrumento “Encuesta” el cual fue aplicado a cuatro (4) funcionarios del Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia y a treinta (30) estudiantes del programa de biología se puede visualizar en Anexo F - Resultado de la encuesta. Los datos fueron procesados a través del programa estadístico informático denominado “IBM SPSS Statistics” (IBM Analytics, 2021) con el objetivo de conocer la confiabilidad de una escala de medida utilizando el coeficiente de Alfa de Cronbach (Hernández Sampieri & Paulina, 2018), teniendo en cuenta los resultados obtenidos, estos serán contrastados con los rangos que se especifican en la Figura 17.

Figura 17. Rango de Fiabilidad Alfa de Cronbach

- Coeficiente alfa $>.9$ es excelente
- Coeficiente alfa $>.8$ es bueno
- Coeficiente alfa $>.7$ es aceptable
- Coeficiente alfa $>.6$ es cuestionable
- Coeficiente alfa $>.5$ es pobre
- Coeficiente alfa $<.5$ es inaceptable

Fuente: adaptado de (Hernández & Pascual Barrera, 2018) “Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental.”

En la Tabla 11 se especifica el valor generado por el programa SPSS una vez fueron cargados los datos de escala y relevantes para la investigación, producto obtenido del procesamiento de las siguientes preguntas:

- En rangos de tiempo, ¿por cuántas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?
- ¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo?
- Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?
- ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?
- Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?
- ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?
- ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?

Como resultado se observa que el instrumento cuenta con el 0,850 en el rango de fiabilidad de las preguntas analizadas, lo que indica que es fiable y además está en un rango bueno según el rango de fiabilidad Alfa de Cronbach, así mismo en el Anexo G - Estadística total de elementos y Escala, se puede apreciar al detalle los resultados productos del análisis realizado por el programa SPSS basado en los 34 individuos como se evidencia en la Tabla 12.

Tabla 11. Estadística de Fiabilidad de Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,850	7

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 12. Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	34	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	34	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

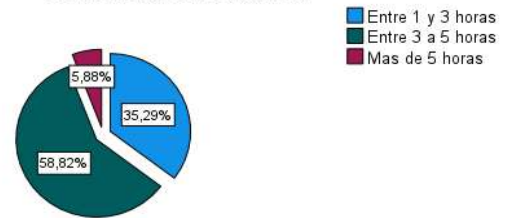
A continuación, se presentarán las figuras: Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23 y Figura 24 con la información correspondiente al análisis descriptivo de frecuencia y gráficas circular porcentual de las preguntas con única respuesta dentro de la encuesta aplicada y que cuenta con relevancia para el análisis del proyecto de investigación.

Figura 18. Frecuencia y porcentaje del rango de tiempo con los especímenes

En rangos de tiempo, ¿por cuántas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?

	N	%
Entre 1 y 3 horas	12	35,3%
Entre 3 a 5 horas	20	58,8%
Mas de 5 horas	2	5,9%

En rangos de tiempo, ¿por cuántas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?



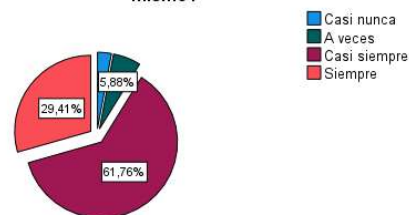
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 19. Frecuencia y porcentaje correspondiente al valor científico

¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo?

	N	%
Casi nunca	1	2,9%
A veces	2	5,9%
Casi siempre	21	61,8%
Siempre	10	29,4%

¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo?



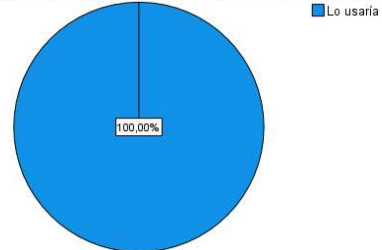
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 20. Frecuencia y porcentaje correspondiente al sí usaría los modelos 3D

Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?

	N	%
Lo usaría	34	100,0%

Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?



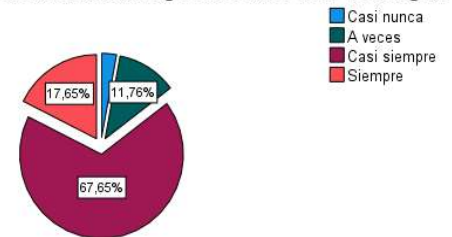
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 21. Frecuencia y porcentaje relacionado a la alternativa en osteología

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?

	N	%
Casi nunca	1	2,9%
A veces	4	11,8%
Casi siempre	23	67,6%
Siempre	6	17,6%

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?



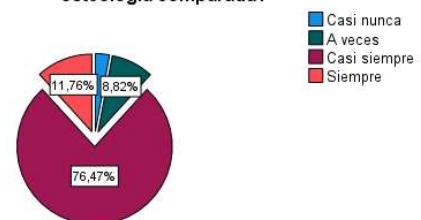
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 22. Frecuencia y porcentaje relacionado a la osteología comparada

Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?

	N	%
Casi nunca	1	2,9%
A veces	3	8,8%
Casi siempre	26	76,5%
Siempre	4	11,8%

Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?



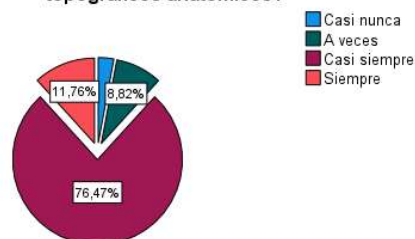
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 23. Frecuencia y porcentaje relacionado a planos topográficos anatómicos

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?

	N	%
Casi nunca	1	2,9%
A veces	3	8,8%
Casi siempre	26	76,5%
Siempre	4	11,8%

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?



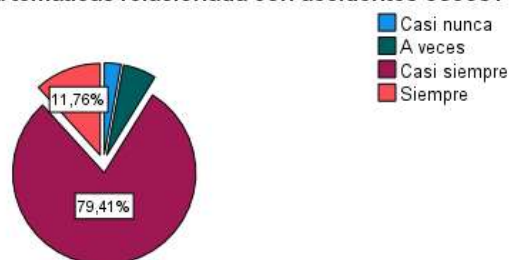
Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Figura 24. Frecuencia y porcentaje relacionado con accidentes óseos

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?

	N	%
Casi nunca	1	2,9%
A veces	2	5,9%
Casi siempre	27	79,4%
Siempre	4	11,8%

¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?



Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

De igual forma, a continuación, se presentan las tablas: Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18,

Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21 donde se evidencia el análisis descriptivo de frecuencia de las preguntas con múltiple respuesta dentro del instrumento aplicado y que serán insumo importante al momento de identificar los alcances del producto generado por la aplicación de la metodología para la generación de modelos 3D propuesta en la presente investigación.

Tabla 13. Frecuencia de las alternativas para el uso de modelos 3D

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Alternativa para el uso 3D ^a	Esqueletos	32	58,2%
	Pieles	17	30,9%
	Plumas	6	10,9%
Total		55	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 14. Frecuencia de los grados de manipulación de los especímenes

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Grado de manipulación en el museo	Tocarlo	25	44,6%
	Solo observarlo	30	53,6%
	Sacarlo del museo	1	1,8%
Total		56	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 15. Frecuencia de herramientas adicionales para estudio.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Herramientas adicionales para estudio	Libros	32	38,6%
	Estudios de investigación	17	20,5%
	Artículos	34	41,0%
Total		83	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 16. Frecuencia de las alternativas académicas donde usaría los modelos 3D

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Uso 3D en procesos académicos	PDF	25	29,8%
	Realidad Aumentada	7	8,3%
	Realidad Virtual	20	23,8%

	Impresión 3D	N	Porcentaje
Total		84	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 17. Frecuencia de las alternativas donde usaría los modelos 3D en investigación

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Uso de modelos 3D en investigación	PDF	25	30,5%
	Realidad Aumentada	7	8,5%
	Realidad Virtual	19	23,2%
	Impresión 3D	31	37,8%
Total		82	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 18. Frecuencia de en qué ayudarían los modelos 3D

		Respuestas	
		N	Porcentaje
La manipulación 3D ayuda a	Mejora la manipulación	29	37,7%
	Evitar el desgaste del espécimen	32	41,6%
	Ayudar a la preservación de individuos	16	20,8%
Total		77	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 19. Frecuencia de los medios con los que cuentan los usuarios.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
¿Con cuales medios electrónicos cuenta?	Smartphone gama alta	3	4,5%
	Smartphone gama media	27	40,3%
	Tablet gama alta	1	1,5%
	Tablet gama media	3	4,5%

	Portátil gama media	16	23,9%
	Computador de mesa gama alta	1	1,5%
	Computador de mesa media	15	22,4%
	Ninguna de las anteriores	1	1,5%
Total		67	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 20. Frecuencia del medio de acceso a internet.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
¿Acceso a internet a través de?	Datos móviles	19	36,5%
	Wifi	33	63,5%
Total		52	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 21. Frecuencia del medio de transferencia de modelos 3D

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Medio de transmisión del modelo 3D	Un enlace de descarga	32	43,2%
	Correo electrónico	20	27,0%
	Medio magnético (USB, Disco Duro, etc.)	22	29,7%
Total		74	100,0%

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

7.5. Análisis de resultados

Para el análisis de resultados del instrumento aplicado con antelación se tendrán en cuenta las preguntas que se proyectaron para cada una de las variables de la investigación. Con el objetivo de enriquecer la metodología a diseñar teniendo en cuenta las respuestas obtenidas por nuestra muestra y correlacionando algunas respuestas.

Escalabilidad

Analizando los resultados encontrados en las tablas: Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24, que fueron cruzadas entre las preguntas de escalabilidad frente a la ocupación de los encuestados en donde se encontró una gran similitud entre lo que dicen los funcionarios del Museo de Historia Natural y los estudiantes de biología, en consecuencia, se puede evidenciar que les atrae más los modelos 3D para realizar el proceso de estudio de los esqueletos. De igual forma coinciden en que se debe como mínimo mantener las opciones de tocar y observar los especímenes con el producto generado a partir de la metodología a diseñar, así mismo es de resaltar que con dicho análisis se determina que no existe software especializado para el estudio de especímenes, por ende, los participantes hacen bastante uso tanto de artículos científicos como de libros.

Tabla 22. Tabla cruzada de las alternativas de uso de modelos 3D frente al tipo de ocupación

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
¿Cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos?	Esqueletos	Recuento	3	29	32
		% dentro de Ocupación	75,0%	96,7%	
	Pieles	Recuento	2	15	17
		% dentro de Ocupación	50,0%	50,0%	
	Plumas	Recuento	1	5	6
		% dentro de Ocupación	25,0%	16,7%	
Total		Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 23. Tabla cruzada de grados de manipulación de especímenes frente al tipo de ocupación

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
Grado de manipulación en el museo	Tocarlo	Recuento	4	21	25
		% dentro de Ocupación	100,0%	70,0%	
	Solo observarlo	Recuento	2	28	30

	% dentro de Ocupación	50,0%	93,3%	
Sacarlo del museo	Recuento	0	1	1
	% dentro de Ocupación	0,0%	3,3%	
Total	Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 24. Tabla cruzada de Herramientas adicionales para estudio frente al tipo de ocupación

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
Herramientas adicionales para estudio	Libros	Recuento	4	28	32
		% dentro de Ocupación	100,0%	93,3%	
	Estudios de investigación	Recuento	3	14	17
		% dentro de Ocupación	75,0%	46,7%	
	Artículos	Recuento	4	30	34
		% dentro de Ocupación	100,0%	100,0%	
Total	Recuento	4	30	34	

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Usabilidad

Al analizar los resultados de las tablas: Tabla 25 y Tabla 26, se logra identificar que tanto para los funcionarios del museo como para los estudiantes de biología es más relevante el uso de modelos 3D impresos seguido de utilizar estos mismos en documentos en formato PDF (Portable Document Format) tanto para sus actividades académicas como investigativas.

Tabla 25. Tabla cruzada de uso 3D en procesos académicos y frente al tipo de ocupación.

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
	PDF	Recuento	2	23	25

Uso 3D en procesos académicos		% dentro de Ocupación	50,0%	76,7%	
Realidad Aumentada	Realidad	Recuento	2	5	7
	Aumentada	% dentro de Ocupación	50,0%	16,7%	
Realidad Virtual	Realidad Virtual	Recuento	2	18	20
		% dentro de Ocupación	50,0%	60,0%	
Impresión 3D	Impresión 3D	Recuento	4	28	32
		% dentro de Ocupación	100,0%	93,3%	
Total		Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 26. Tabla cruzada de uso 3D en procesos de investigación y frente al tipo de ocupación.

		Ocupación		Total	
		Funcionario del Museo UAM	Estudiante		
Uso 3D en procesos de investigación	PDF	Recuento	2	23	25
		% dentro de Ocupación	50,0%	76,7%	
Realidad Aumentada	Realidad	Recuento	1	6	7
	Aumentada	% dentro de Ocupación	25,0%	20,0%	
Realidad Virtual	Realidad	Recuento	3	16	19
	Virtual	% dentro de Ocupación	75,0%	53,3%	
Impresión 3D	Impresión	Recuento	4	27	31
	3D	% dentro de Ocupación	100,0%	90,0%	
Total		Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Percepción

En el análisis de la Tabla 27 se puede evidenciar que en un gran porcentaje los estudiantes y funcionarios están de acuerdo en que el uso de modelos 3D evitan el desgaste de los especímenes. Además, la noción de los funcionarios respecto a ayudar a la preservación de los individuos es total, es de resaltar que en este punto sin desmeritar la opinión de los estudiantes el concepto del punto de vista de los funcionarios cobra más relevancia por la

naturaleza de su actividad. En la Tabla 28 es importante resaltar en que por unanimidad todos los encuestados utilizarían los modelos 3D para sus procesos académicos.

Tabla 27. Tabla cruzada de en qué ayuda la manipulación 3D frente al tipo de ocupación.

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
La manipulación 3D ayuda a	Mejora la manipulación	Recuento	2	27	29
		% dentro de Ocupación	50,0%	90,0%	
	Evitar el desgaste del espécimen	Recuento	4	28	32
		% dentro de Ocupación	100,0%	93,3%	
	Ayudar a la preservación de individuos	Recuento	4	12	16
		% dentro de Ocupación	100,0%	40,0%	
Total		Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 28. Tabla cruzada de si usas en un modelo 3D frente al tipo de ocupación

			Ocupación		Total
			Funcionario del Museo UAM	Estudiante	
Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?	Lo usaría	Recuento	4	30	34
		% dentro de Ocupación	100,0%	100,0%	
Total		Recuento	4	30	34

Los porcentajes y los totales se basan en los encuestados.

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Aplicabilidad

En cuanto al análisis de la aplicabilidad de los modelos 3D en temáticas relacionadas con la osteología, osteología comparada, planos topográfico-anatómicos y accidentes óseos, podemos deducir a partir de los resultados de las figuras: Figura 21, Figura 22 y Figura 23, Figura 24 que en promedio el 75% de los encuestados podrían considerar “casi siempre” utilizarlos para sus procesos de estudio.

Portabilidad

Analizando detenidamente los resultados de la Tabla 19, se puede identificar un patrón con respecto a los equipos electrónicos con los que cuentan los encuestados, los cuales en promedio tienden a ser dispositivos de gama media, lo que conlleva al reto dentro de la creación y aplicación de la metodología para lograr que los productos que se generen puedan ser ejecutados como mínimo dentro de ese espectro de potencial de los equipos.

Ahora bien, en lo que respecta a la transferencia del modelo 3D, según los resultados de la Tabla 20 se puede evidenciar que la internet no es un problema para los encuestados lo que indica que cualquier estrategia que implique utilizar este servicio tendrá una amplia cobertura de beneficiados.

Sin embargo, no existe una imparcialidad por cual medio de los propuestos se debe utilizar según la Tabla 21 para transferir el espécimen digitalizado, entre las opciones se encuentra: un enlace de descarga, correo electrónico o por medio magnético, lo que lleva a concluir que es necesario que la metodología garantice un modelo 3D donde su transferencia se pueda proporcionar por cualquiera de los medios anteriormente mencionados.

Conclusiones de análisis de resultados

Como conclusiones a partir del análisis de los resultados se encontraron las siguientes consideraciones para tener en cuenta al momento del diseño de la metodología para la generación de modelos 3D de especímenes:

- Enfocarse en el proceso de creación y generación de los modelos 3D de esqueletos como mínimo.
- Debe permitir que el modelo 3D se pueda observar y proyectarse para ser tocado, de darse la posibilidad a través de la impresión de este.
- Las fuentes más comunes de consulta son los libros y artículos por ende se debe procurar interacciones de los modelos 3D con este tipo de medios.
- Los documentos en PDF y la impresión 3D seguido de la realidad virtual son los medios de interacción que seleccionarían los usuarios.

7.6. Diseño, planificación y preparación de procedimientos

Partiendo del análisis de los resultados y las conclusiones a las que se llegaron del mismo, se trabajaron en las siguientes actividades con el objetivo de la creación de la metodología alineadas a las necesidades generalizadas tanto de los estudiantes que hacen uso de este tipo de museos de historia natural como de los funcionarios que en ellos realizan sus respectivas labores.

Definición de procesos y técnicas a utilizar en el modelado 3D

Teniendo en cuenta el trabajo realizado durante la selección definitiva de las técnicas de modelado 3D evidenciable en la Figura 16, donde se tiene como primera opción el trabajo con la técnica de fotogrametría se procede a consolidar y personalizar las recomendaciones y flujos de trabajos como plantea Agisoft (2021) y Jover, Lachambre y Lagarde, (2017), obteniendo como resultado los siguientes procesos y actividades:

Proceso fotogramétrico: De acuerdo con (Jover et al., (2017) es el proceso que da como lugar la creación de un activo en digital mediante la utilización de varias fotos del objetivo del mundo real. Las fases del proceso son las siguientes:

- Toma de fotografías
- Revelado de las fotografías

-
- Alineación de imágenes
 - Redefinir espacio de trabajo
 - Creación de nube de puntos densa
 - Creación de malla
 - Creación de textura
 - Orientación
 - Escalado

Una vez que se cuenta con un modelo fotogramétrico en 3D, se continúa con el postproceso de este, dónde se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Importar el modelo
- Cierre de huecos
- Edición de malla (Al modelo original)
- Edición de textura (Al modelo original)

Y por último para efectos de la optimización de modelos 3D con el fin de proyectarlos a otros escenarios identificados durante el análisis de los instrumentos como impresiones 3D, PDF, realidad aumentada y realidad virtual se sugieren las siguientes actividades.

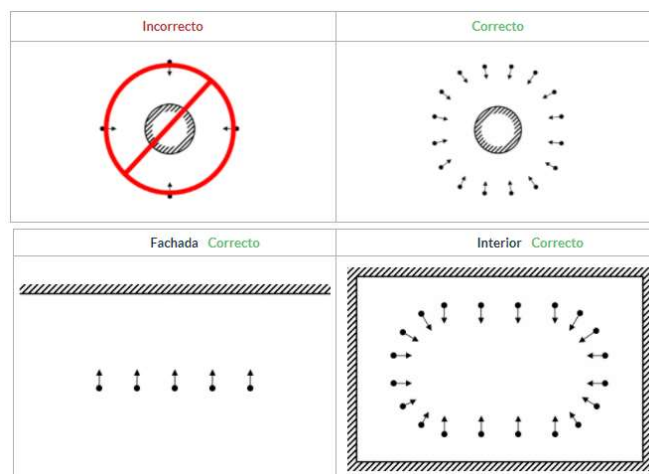
- Retopología de geometría
- Mapeo UV
- Mapeo de textura (Diffuse)
- Mapa de textura (Normales)
- Mapa de textura (Ambient Occlusion)

Fundamentos técnicos para la captura fotográfica: Para la captura fotográfica encaminadas al procesamiento fotogramétrico desde el punto de vista de Agisoft (2020) y Aparicio, (2019) se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Evitar reflejos y sombras en las fotografías
- Aplicar máscaras de ser necesario en las fotografías quitando los detalles innecesarios.

- Tener en cuenta los siguientes escenarios al momento de capturar las fotografías, como se puede observar en la Figura 25.
- Realizar capturas fotográficas a diferentes alturas y ángulos.
- Guardar las fotografías en formato RAW obteniendo de esta manera la mayor cantidad de información.
- No utilizar el Flash.
- Intentar en lo posible controlar la iluminación del espacio.
- Utilizar el disparo de la cámara en manual lo que permite controlar la triada entre la velocidad de obturación, la ISO y la apertura de diafragma de tal forma de contar con una fotografía.
- Utilizar un ISO bajo en la cámara entre 100-200 de ser posible, que va siendo la sensibilidad a la luz y que además reduce el ruido en la fotografía.
- La velocidad de obturación debe ser baja permitiendo menor tiempo de exposición evitando movimiento de la fotografía alrededor de 1/60.
- Manejar una apertura focal entre el f/8.0 y el f/11 preferiblemente, donde la apertura del diafragma de la cámara es quien permite el ingreso de la cantidad de luz que va a llegar al sensor. Como se puede visualizar en la Figura 26.

Figura 25. Forma de correcta de capturar las fotografías



Fuente: adaptado (Agisoft, 2020) "Aerial survey tips (a rotor-wing drone) : Helpdesk Portal"

Figura 26. Funcionamiento de apertura de diagrama

APERTURA DE DIAFRAGMA

F/1.4 F/2.0 F/2.8 F/4.0 F/5.6 F/8.0 F/11 F/16

PROFUNDIDAD DE CAMPO

Menor profundidad de campo ↑

f/2.8

f/5.6

↓ Mayor profundidad de campo

Profundidad de campo

Enfocado Desenfocado

Capturetheatlas.com/es/ @Capturetheatlas

Fuente: adaptado (Capture the Atlas, n.d.) “Qué es la APERTURA de diafragma en fotografía y cuál usar”

Material y equipo necesario para la captura fotográfica de especímenes: Para la captura fotográfica encaminadas al procesamiento fotogramétrico desde el punto de vista de Agisoft (2020) y Aparicio, (2019) se recomienda tener en cuenta los elementos identificados en la Tabla 29.

Tabla 29. Detalle de Materiales y Equipos para fotogrametría.

<p>Cámara fotográfica: La cámara fotográfica preferiblemente réflex digital denominada DSLR (Digital- Single lens reflex) gama media, sin embargo, se debe tener en cuenta que mientras más resolución y nitidez que se alcance más preciso es modelo fotogramétrico.</p>	
--	--

<p>Objetivo (Lente): Según la naturaleza de los especímenes es recomendable contar con objetivos al menos de 50mm para aquellos de tamaño mediano y uno de 100mm denominado macro para pequeños.</p>	
<p>Trípode: Este elemento permitirá estabilidad de la cámara para el momento de capturar la foto lo cual es necesario debido al nivel de ISO que se está utilizando y la velocidad de obturación para lo cual se necesita firmeza.</p>	
<p>Tarjeta de balance de blancos: La tarjeta de calibración de balance de blancos, permite al momento de revelar las fotografías que estas tengan un color más natural.</p>	
<p>Caja de Luz: Facilita control el reflejo de las luces y las sombras de tal forma que permite trabajar con las configuraciones recomendables para fotogrametría.</p>	
<p>Luces de estudio: Las luces de estudio permiten control el foco de luz artificialmente sobre el objeto a fotografiar, es recomendable entre 2 y tres luces.</p>	
<p>Plataforma giratoria: Teniendo en cuenta lo delicado de los especímenes y garantizar su preservación es necesario</p>	

<p>este artículo con el objetivo de evitar tocar al máximo la pieza disminuyendo el desgaste por rozamiento.</p>	
<p>Cinta métrica y/o Calibrador Pie de rey: Es importante contar con las medidas de las piezas para escalar el modelo 3D a las medidas lo más real posible.</p>	
<p>Guantes y Tapabocas: Por bioseguridad tanto del espécimen como de quien lo esté manipulando es recomendable hacer uso de guantes y tapabocas.</p>	
<p>Equipo de cómputo: El equipo debe ser gama media alta para el proceso fotogramétrico, y de acuerdo con las especificaciones del software fotogramétrico con el que se piensa trabajar.</p>	

Fuente: elaboración propia.

Pasos, descripción y responsables de las actividades

Tomando como referencia la Figura 6 donde se propone el título del cargo para el responsable de la generación de modelos 3D de especímenes y su proceso, a continuación, se procede a detallar en la Tabla 30 la descripción de las actividades propuestas para el proceso fotogramétrico de los especímenes y su digitalización como se encuentra consignado en el Anexo H - Guía para digitalización y optimización.

Tabla 30. Detalle para digitalizar espécimen

N°.	Pasos a Realizar	Descripción	Responsable
1	Definir y organizar estrategia de toma fotográfica	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe definir cómo va a realizarse la iluminación si natural o artificial utilizando caja de luz y/o lámparas • Definir la forma óptima para realizar las tomas fotográficas. Teniendo en cuenta si se rota manualmente el espécimen, se rota utilizando una base giratoria o se rotara el digitalizador dejando la pieza quieta • Organizar el espacio físico donde se realizarán las tomas fotográficas, teniendo en cuenta el impacto del ambiente frente al espécimen. • Alistamiento y montaje de todo el equipo necesario. • Se crea en caso de no existir una carpeta con el nombre científico del espécimen a digitalizar, completo o abreviado, de lo contrario pasar al siguiente punto. • Dentro de la carpeta con él nombre del espécimen a digitalizar, agrega una carpeta con el nombre del número de catálogo UAM al que pertenece el espécimen, de ya existir hacer caso omiso. • Crear dentro de la carpeta anteriormente nombrada, otra carpeta que indique un nombre representativo del modelo a generar seguido de versión y año utilizando el separador “_”, ejemplo “craneo_2021_v1”. <p>Nota: Los nombres de las carpetas no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúsculas.</p>	Digitalizador

2	Realizar tomas fotográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar las fotografías necesarias desde los distintos niveles del espécimen como lo puede ser bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto. • Guardar las fotografías en formato RAW, dentro de la última carpeta creada en el paso anterior, con el Nombre científico del espécimen sufijo “_raw” exclusivamente para guardar estas fotografías. <p>Nota: <i>Los nombres de las carpetas y/o no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</i></p>	Digitalizador
3	Revelado de las fotografías	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando un software para procesar imágenes en formato en RAW, se revisa y ajustan parámetros como blancos, temperatura, matiz, exposiciones, contraste, iluminaciones y sombras, de tal forma que las fotografías revelen la mayor cantidad de información posible. Tener en cuenta de ser el caso el uso de la tarjeta de balance de blancos y/o carta de calibración de colores. • Se guardan las fotografías reveladas en una carpeta con sufijo “_jpg” al mismo nivel de las guardadas en formato RAW. <p>Nota: <i>Los nombres de la carpeta y las fotografías no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</i></p>	Digitalizador
4	Generar modelo 3D en software fotogramétrico	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando un software fotogramétrico se deben procesar las imágenes reveladas, siguiente el flujo de trabajo proporcionado por el respectivo software, preferiblemente generando nube de puntos, mallas y textura. • El archivo propio del guardado del software fotogramétrico se ubicará al nivel de la carpeta RAW con el nombre representativo del modelo generado. • Orientar el modelo 3D y escalar en lo posible. 	Digitalizador

		<ul style="list-style-type: none"> Al mismo nivel del archivo propio del software creado anteriormente se guardan los archivos de exportación del objeto tridimensional generados por el software fotogramétrico, preferiblemente en formato .OBJ y con las texturas en .JPG <p>Nota: <i>Los archivos de exportación no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</i></p>	
--	--	---	--

Fuente: elaboración propia.

De igual forma se hace necesario crear una propuesta para que después de contar con un modelo 3D a través de fotogrametría, esta se encargue de afinar detalles y reducir la cantidad de polígonos a un modelo denominado Low Poly (modelo con menos polígonos) pero sin perder la calidad visual del mismo para el usuario, de tal forma que se pueda utilizar fácilmente en tecnologías como realidad virtual, aumentada, mixta, documentos PDF e impresión 3D entre otras. En ese orden se detalla en la Tabla 31 un postproceso fotogramétrico que se encargará de dicha transformación del modelo y que además como se deja independiente del proceso de digitalización de espécimen permitirá que se pueda realizar este proceso con otros modelos 3D que vengan de fuentes como Scanner 3D, tomógrafos o conseguidos con terceros.

Tabla 31. Detalle de la optimización de modelos 3D

N°.	Pasos a Realizar	Descripción	Responsable
1	Importar modelo	<ul style="list-style-type: none"> Importar el modelo 3D al que se le aplicara el postproceso a un software de modelado de la ruta donde se exporto o de donde se cuenta el modelo a tratar. Verificar la orientación del modelo 3D y se ajusta de ser necesario. 	Digitalizador
2	Gestionar escalado del modelo	<ul style="list-style-type: none"> Se procede a validar y aplicar las medidas correctas de entre el espécimen físico y el modelo 3D, dejándolos a escalas iguales. 	Digitalizador

3	Realizar Cierre de Huecos	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza una revisión del modelo 3D y se procede a realizar un cierre de los huecos que se encuentren en la malla y así se considere, siempre dando prioridad a un cierre con polígonos quads (Polígonos de 4 lados) en lo posible o Tris (Polígonos de 3 lados) dado el caso. Se procede a guardar y remplazar el archivo original. 	Digitalizador
4	Retopología de geometría	<ul style="list-style-type: none"> Se crea una copia del modelo 3D en el software de modelado superpuesto al original (High Poly), posteriormente se reduce el número de polígonos de la copia generando un nuevo modelo (Low Poly), utilizando ya sea el mismo software de modelado o uno independiente especialmente para dicho proceso de retopología. Una vez se cuenta con el modelo retopolizado se debe guardar este con el mismo nombre y sufijo “_retopo”, pero en una carpeta con el sufijo “_optimizado” al mismo nivel del archivo no retopolizado. Se crea una carpeta con el sufijo “_modelado” al mismo nivel del archivo no retopolizado donde se guardará el archivo de la herramienta de modelado con el nombre del modelo 3D original. 	Digitalizador
5	Generar Mapeo UV	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso del archivo de modelado se debe generar un mapeo UV sobre el modelo retopolizado, teniendo en cuenta que el mayor detalle geométrico de la pieza se debe resaltar. Una vez se cuenta con el mapeo UV se debe guardar el mismo archivo, pero con el sufijo “_uv” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	Digitalizador

6	<p>Generar Mapeo de Textura (Diffuse)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_uv”, se debe generar el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. Una vez se cuenta con el mapeo de textura (diffuse) se debe guardar está en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_diffuse” en formato preferiblemente .png Una vez se cuenta con la textura diffuse se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_diffuse” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	Digitalizador
7	<p>Generar Mapeo de Textura (Normales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_diffuse”, se procede a generar el mapa de normales para darle el relieve a la pieza, generando el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. Una vez se cuenta con el mapeo de textura (normales) se debe guardar en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_normal” en formato preferiblemente .png. Una vez se cuenta con la textura de normales se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_normal” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	Digitalizador
8	<p>Generar Mapeo de Textura</p>	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_normal”, se debe generar el mapeo de textura ambient occlusion el cual permitir remarcar las partes ocultas del modelo, generando el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. 	Digitalizador

	(Ambient Occlusion)	<ul style="list-style-type: none"> Una vez se cuenta con el mapeo de textura (Ambient Occlusion) se debe guardar en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_ambiente” en formato preferiblemente .png. Una vez se cuenta con la textura de Ambient Occlusion se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_ambiente” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	
9	Exportar modelo 3D (Low Poly)	<ul style="list-style-type: none"> Una vez se generaron todas las texturas se procede a exportar solo el modelo 3D Low Poly dentro de la carpeta con el sufijo “_op” con sus archivos adyacentes propios de este proceso. 	Digitalizador

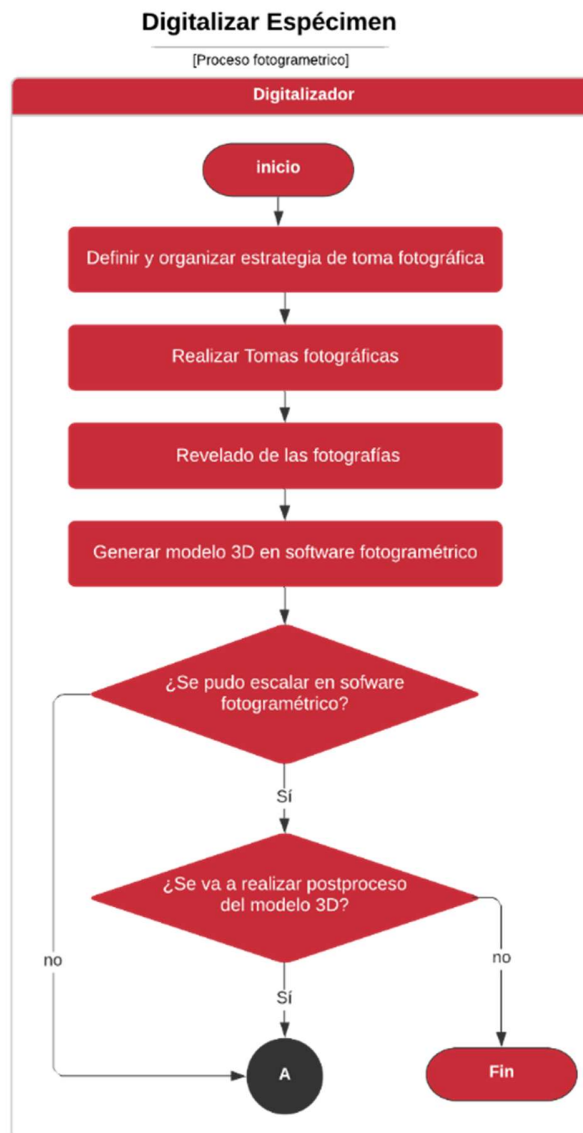
Fuente: elaboración propia.

Diagrama de Flujo del Procedimiento

El diagrama de flujo detalla los pasos y sus relaciones de acuerdo con el cómo se comportarán durante la ejecución del procedimiento.

En la Figura 27 se ilustra los principales pasos y sus relaciones respecto al que se debe hacer para digitalizar un espécimen a través del proceso fotogramétrico.

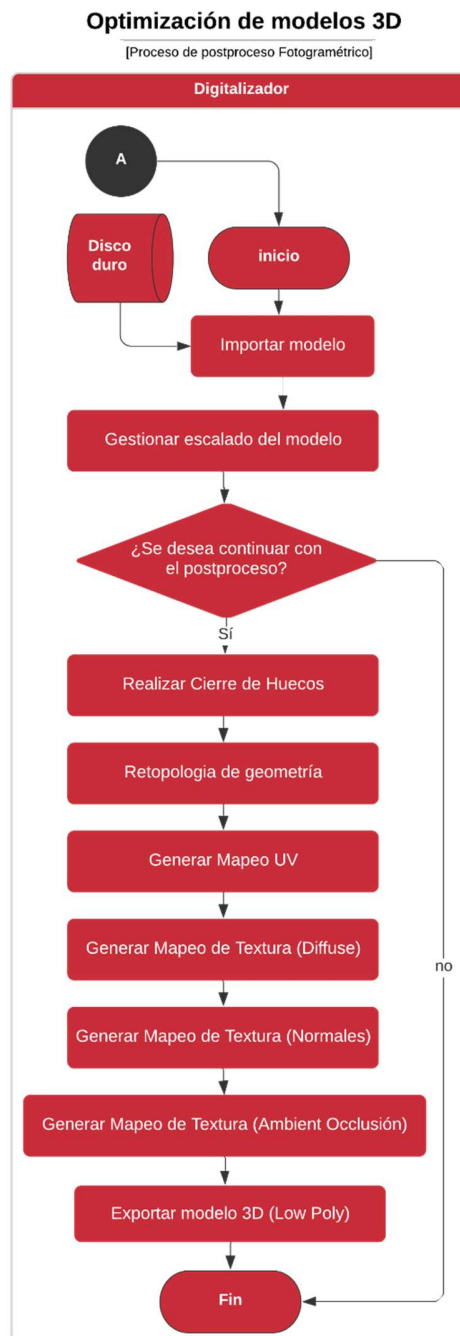
Figura 27. Flujo para la digitalización de especímenes



Fuente: elaboración propia.

De igual forma se elabora el flujo de la Figura 28 correspondiente a un proceso que puede trabajar de manera independiente o alineado al de la Figura 27, para todo aquello que tiene que ver con el postproceso de un modelo 3D, su optimización y posterior usabilidad en otras tecnologías aplicables en la investigación y la academia.

Figura 28. Flujo de la optimización de un modelo 3D.



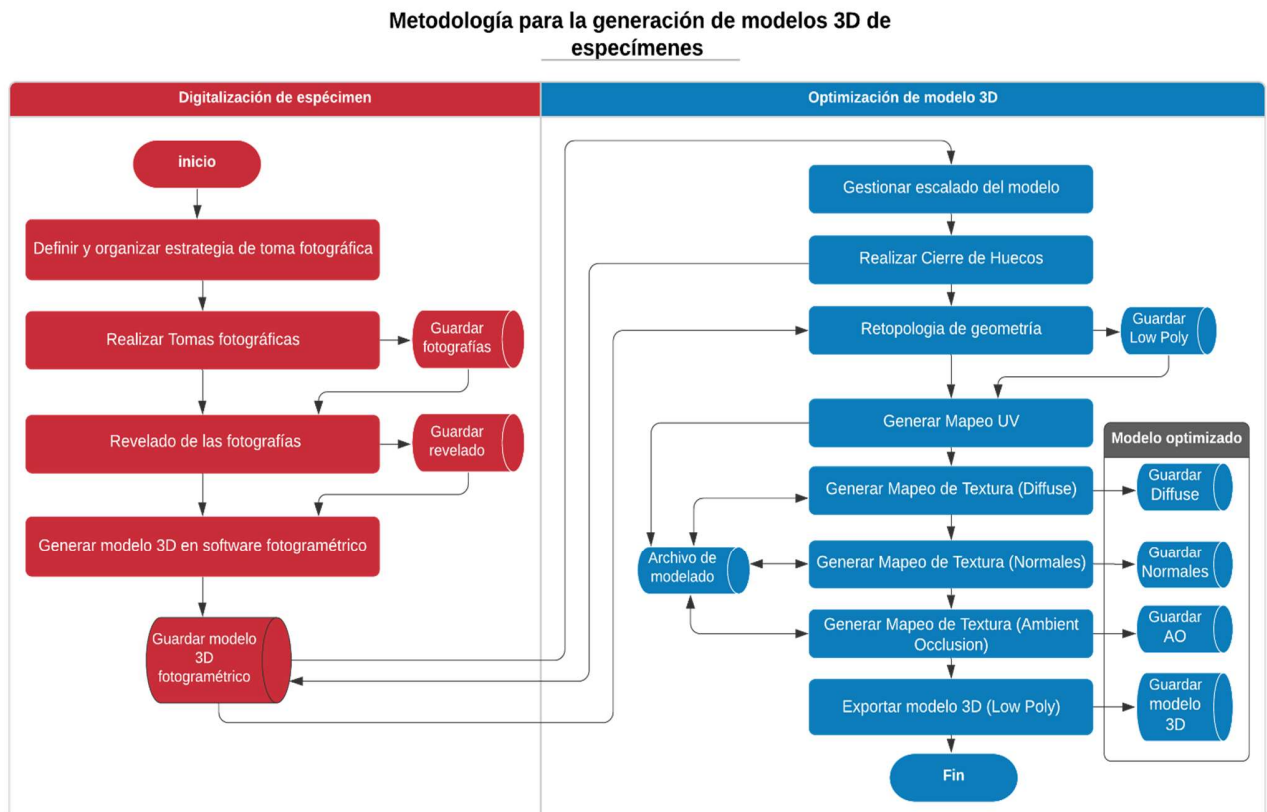
Fuente: elaboración propia.

Consolidación de la metodología

La metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM),

está compuesto en esencia por dos procesos que se detallan por medio de flujos especificados en las Figura 27 y Figura 28, en donde teniendo en cuenta y para mayor articulación con el Sistema de Gestión de la Calidad de la Universidad se presentaron por separados. Sin embargo, como Metodología en un solo contexto como tal se puede ver más claramente en la Figura 29, donde se detalle el flujo continuo desde la generación de un modelo 3D a través de la técnica de la fotogrametría hasta culminar con la optimización del modelo aplicando retopología geométrica, diferentes texturas para garantizar una pieza de calidad según el modelado actual.

Figura 29. Detalle de la Metodología para la generación de modelos 3D

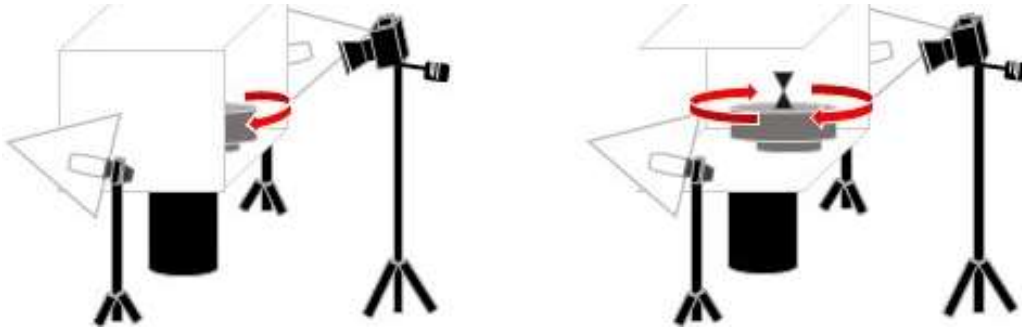


Fuente: elaboración propia.

De igual forma se ilustran algunos de los posibles escenarios con los que se puede trabajar la digitalización de especímenes a través de la fotogrametría y serían complemento al primer paso de esta que se refiere a la estrategia de toma fotográfica.

La Figura 30 detalla un montaje donde se utiliza luz artificial producto de las lámparas de estudio y atenuada con la caja de luz. Además, se utiliza la base giratoria para rotar el espécimen sin necesidad de manipularse con las manos el espécimen.

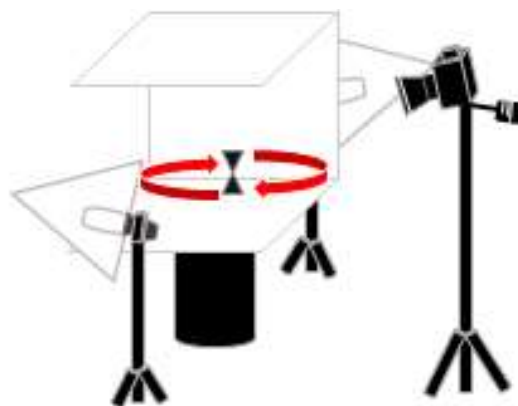
Figura 30. Escenario fotogrametría con luz artificial, caja de luz y base giratoria



Fuente: elaboración propia.

En el escenario de la Figura 31 se detalla el escenario similar al anteriormente descrito con a la diferencia que no se cuenta con una base giratoria y el espécimen se rota manualmente.

Figura 31. Escenario fotogrametría con luz artificial, caja de luz y giros manuales



Fuente: elaboración propia.

El escenario de la Figura 32 se trabaja con ayuda de la luz artificial y la base giratoria, pero sin hacer uso de la caja de luz.

Figura 32. Escenario fotogrametría con luz artificial y base giratoria



Fuente: elaboración propia.

También es posible hacer uso de la luz natural para iluminar el espécimen siempre y cuando esta no genere muchas sombras y sea aceptable para la calidad de la fotografía, además de utilizar la base giratoria para rotar la pieza como se retrata en la Figura 33.

Figura 33. Escenario fotogrametría con luz natural y base giratoria



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 34 se evidencia un escenario donde se utilizan luz artificial, pero se rota el espécimen de manera manual, así mismo es válido este escenario sin las lámparas de estudio y solo trabajando con la luz natural.

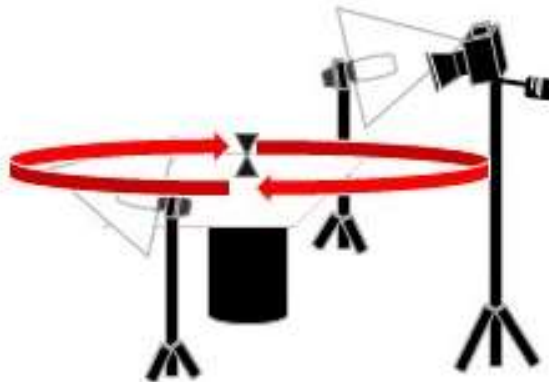
Figura 34. Escenario fotogramétrico rotando la figura manualmente



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la Figura 35 se detalla cómo se debe tomar fotografías cuando el que rota no es el espécimen, sino que por el contrario la cámara fotográfica, cabe resaltar que para este escenario es válido usar tanto luz artificial como luz natural de así considerarse.

Figura 35. Escenario fotogramétrico rotando sobre la figura



Fuente: elaboración propia.

Aparte de los escenarios en la Figura 36 se detalla los niveles en los que se deberían tomar las fotografías en un proceso fotogramétrico de esta naturaleza, donde se realizan preferiblemente cinco anillos de fotografías que servirán de insumo para el software al momento de alinear las fotografías y encontrar coincidencia, además que estaríamos garantizando una cobertura total de la pieza. Ahora bien, se debe tener en cuenta que esto se debe repetir con la pieza invertida de considerarse necesario.

Figura 36. Niveles fotográficos



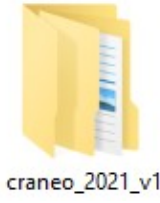

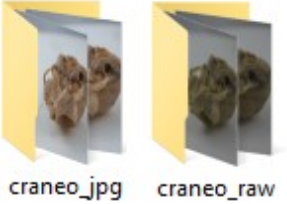
Fuente: elaboración propia.

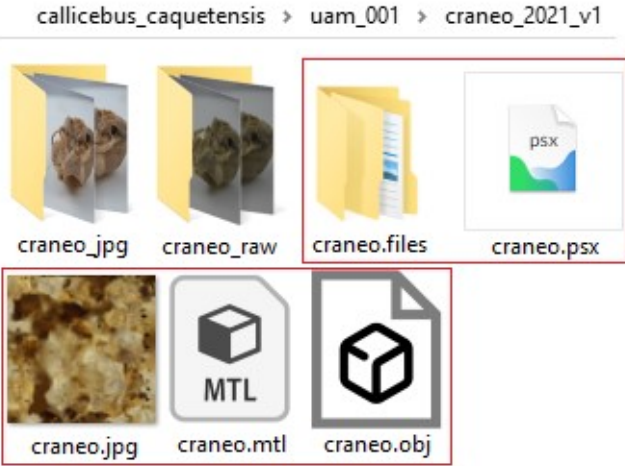
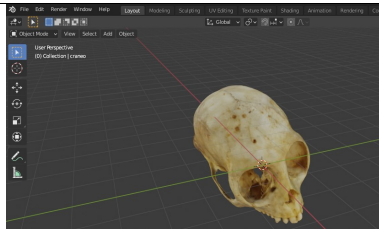
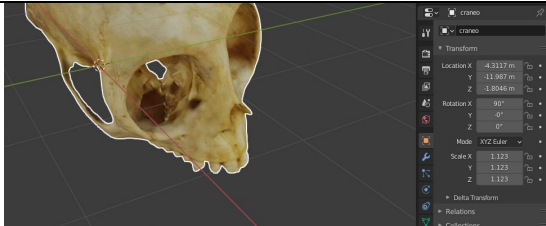
7.7. Validación de la metodología propuesta (Caso práctico)

Se realiza un caso práctico correspondiente a la aplicación de los pasos a realizar en la metodología propuesta como se evidencia en la Tabla 32 con el fin de identificar su funcionalidad con un ejemplo práctico en la realidad, realizado por una persona que cumpliría el rol de digitalizador. Para ello se solicitó al ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño con experiencia empírica en el manejo de software de modelado 3D para que desempeñara las actividades de dicho actor dentro de la metodología. Y que además generara un modelo 3D del cráneo de un *Callicebus Caquetensis* que es un espécimen del museo de historia natural de la Universidad de la Amazonia para ser evaluado posteriormente por un experto con formación en posgrado en Especialización en Pedagogía, Maestría en Ciencias-Biología y estudiante en el Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, con experiencia en investigación y docencia en el contexto de los museos de historia natural.

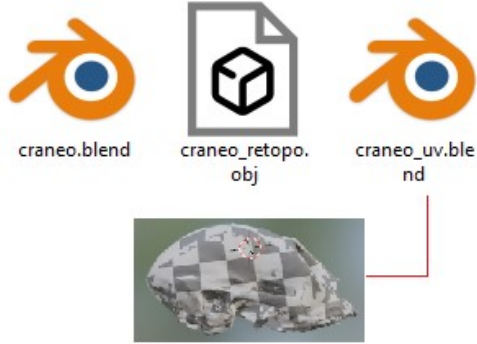
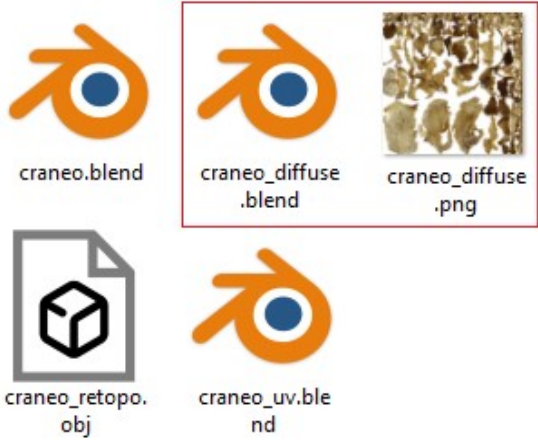
Tabla 32. Detalle de caso práctico de aplicación de la metodología

Paso a realizar	Descripción	Evidencia	Responsable
-----------------	-------------	-----------	-------------

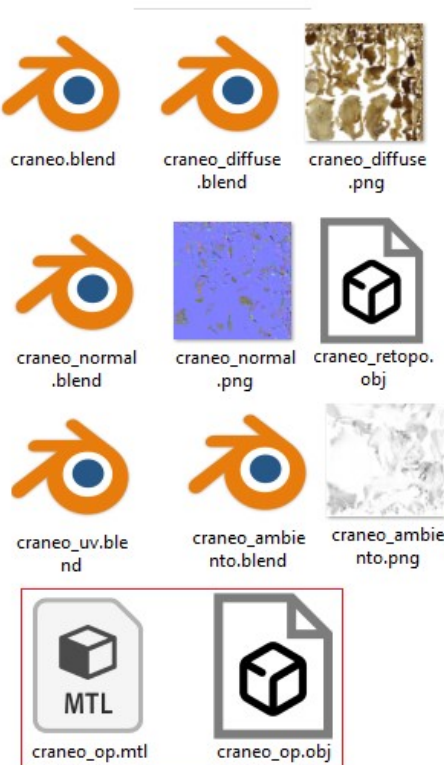
<p>Definir y organizar estrategia de toma fotográfica</p>	<p>Se crean las carpetas iniciales para realizar el almacenamiento de los archivos correspondientes, además de tener físicamente listo el escenario correspondiente al espécimen a trabajar.</p>	<p>callicebus_caquetensis > uam_001</p> 	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Realizar tomas fotografías</p>	<p>Cuando se realizan las tomas fotográficas en formato RAW se guardan en su respectiva carpeta.</p>	<p>callicebus_caquetensis > uam_001 > craneo_2021_v1</p> 	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Revelado de las fotografías</p>	<p>Se realiza el proceso de revelado en formato jpg, donde se realizan los ajustes necesarios en los colores y demás elementos de la fotografía.</p>	<p>callicebus_caquetensis > uam_001 > craneo_2021_v1</p> 	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>

<p>Generar modelo 3D en software fotogramétrico</p>	<p>Se utiliza algún software fotogramétrico para realizar el proceso, en este caso se hizo uso de Agisoft Metashape, sin embargo, se puede utilizar cualquier otro. Todos al final terminan generando un modelo 3D la clave está en configurarlo para generar el mejor posible.</p>		<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Importar modelo</p>	<p>Se carga el modelo 3D fotogramétrico en un software de modelado 3D, para este caso se usó Blender,</p>		<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Gestionar escalado del modelo</p>	<p>Se revisa que el escalado de la imagen este lo más alineado con el espécimen y se corrige de ser necesario.</p>		<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>

<p>Realizar Cierre de Huecos</p>	<p>Se realiza revisión del modelo y se cierran los huecos que se lleguen a detectar teniendo en cuenta que es fundamental para futuros procesos con la malla.</p>		<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Retopología de geometría</p>	<p>Se realiza un proceso de retopología al modelo original con el objetivo de disminuir sus polígonos lo que se traduce en un modelo con un tamaño mucho menor al original y más trabajable en otras plataformas como PDF y de visualización de modelos 3D, para este caso se hizo uso de Blender y su opción de Voxel Remesh sin embargo se puede</p>		<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>

	hacer uso de algún otro software.		
Generar Mapeo UV	Se utiliza el software de modelado para organizar y validar la calidad del mapeo UV sobre el que se trabajaran las texturas.	<p>craneo_optimizado</p> 	Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño
Generar Mapeo de Textura (Diffuse)	Se genera la primera textura que será la diffuse o de color, donde aparte de generar una imagen en formato png para garantizar la mayor calidad posible, al tiempo se genera un archivo con sufijo “_diffuse” que permite en un futuro trabajar desde este punto.	<p>craneo_optimizado</p> 	Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño

<p>Generar Mapeo de Textura (Normales)</p>	<p>Se genera la textura de mapa de normales que da volumen al modelo 3D el interactuar junto a las demás texturas. En este punto se genera un archivo con sufijo “_normal” que contiene tanto la generación de la textura de color como la de normal y permite trabajar desde este punto de ser necesario en un futuro ahorrando tiempo.</p>	<p style="text-align: center;">craneo_optimizado</p>	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>
<p>Generar Mapeo de Textura (Ambient Occlusion)</p>	<p>Se genera la última textura correspondiente al ambient occlusion que resalta detalles del modelo 3D. Y se genera un archivo de blender con el sufijo “_ambiente” el cual contiene todo el tratamiento y</p>	<p style="text-align: center;">craneo_optimizado</p>	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>

	<p>trabajo con las texturas del modelo y permite trabajar desde este punto ahorrando trabajo de ser necesario en un futuro.</p>		
<p>Exportar modelo 3D (Low Poly)</p>	<p>Cuando ya se tiene todo el modelo Low Poly construido del espécimen se procede a exportarse con el sufijo “_op”. Ya para este punto contamos con todas las texturas por separado para trabajar en software de modelado y plataformas que utilizan estas texturas de manera estándar. Pero con la ventaja que el modelo cuenta con la calidad visual de un objeto High Poly pero la con un tamaño que lo</p>	<p style="text-align: center;">craneo_optimizado</p> 	<p>Ingeniero de sistemas Wilmer Arley Patiño</p>

	hace bastante bajo y trabajable sin altos recursos computacionales.		
--	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Análisis de la entrevista

Con el objetivo de validar los resultados del producto generado por la metodología propuesta como lo son los modelos 3D tanto de alto detalle poligonal como el optimizado, se aplica el instrumento de la entrevista a un experto el cual tiene experiencia y conocimiento del Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. La experta es docente e investigadora y tiene como profesión bióloga con formación en posgrado en Especialización en Pedagogía, Maestría en Ciencias-Biología; además de ser estudiante en un Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, sus respuestas a la entrevista se encuentran en el Anexo I – Respuestas de Entrevista. A la entrevistada se le facilito previamente el modelo 3D del Callicebus Caquetensis para que fuera evaluado tanto en un documento PDF como desde en Blender un software de modelado 3D.

En consecuencia, con las respuestas obtenidas durante la entrevista basada en su experiencia se puedo evidenciar que está totalmente de acuerdo con que el modelo generado aporta valor científico y puede potencializar al museo de historia natural, además recalca la importancia de la escalabilidad del modelo 3D y como retroalimentación al modelo generado y la metodología, recomienda el ligar los metadatos con el respectivo modelo generado. Es de aclarar que en el argot de los biólogos los metadatos para ellos es la información propia que se recopila específicamente del espécimen colectado.

En conclusión, se pudo evidenciar que el modelo 3D generado y evaluado por el experto fue de su agrado y funcional tanto a nivel académico como investigativo, además, analizando la observación del experto de relacionar los metadatos al modelo, se debe aclarar que dicha información de los metadatos debe ser suministrada por parte del museo al momento de facilitar un modelo digitalizado; es decir esta no debe ser una funcionalidad de la metodología propuesta.

Sin embargo, es de resaltar que un espécimen es fácilmente identificable gracias a la metodología propuesta teniendo en cuenta que dentro la guía para digitalizar modelos 3D como se evidencia en el Anexo H - Guía para digitalización y optimización, en el primer paso denominado “Definir y organizar estrategia de toma fotográfica”, el responsable de la digitalización debe crear una carpeta cuyo nombre es el número de catálogo UAM el cual es un identificador único en el mundo y que puede permitir al personal del museo saber puntualmente los metadato que corresponde a un modelo 3D para que sea compartido con el público según sea el caso.

8. Discusión de resultados

Durante la ejecución del proyecto de investigación se obtuvieron varios resultados, y uno de los resultados más relevante es la técnica de modelado seleccionada, pues, aunque se identificaron las técnicas más empleadas para la creación de modelos 3D, como lo son la tradicional, el software de modelado 3D, la fotogrametría y el scanner 3D, se realizó una depuración para seleccionar la técnica más apropiada a implementar.

Con relación a lo anterior, para realizar la depuración de las técnicas se aplicaron los siguientes criterios: técnicas que tuvieran contacto físico con el espécimen y técnicas donde el factor humano en su generación llegase a interferir en la calidad del modelo; quedando así la técnica de fotogrametría y la de scanner 3D, descalificándose esta última debido a los costos de adquisición, quedando como mejor opción para el desarrollo del proyecto la técnica de fotogrametría.

Es de aclarar, que dicha metodología propuesta puede ser adecuada para la técnica de scanner 3D como trabajo futuro, dándose el caso que el museo de historia natural de la Universidad de la Amazonia desee en un futuro implementar la digitalización con Scanner, pues la metodología funcionaría con la diferencia de que no se comenzaría con el flujo desde la digitalización del espécimen, sino, que se iniciaría directamente desde el flujo de optimización de los modelos 3D, pero sí se deberá crear la estructura de las carpetas del proceso fotogramétrico para mantener una consistencia en los ficheros.

De igual manera, es de destacar que la metodología propuesta se socializó con el director encargado del museo, presentándole la metodología desarrollada y dándole a conocer los detalles del flujo de ejecución para la creación de los modelos 3D, a quien le pareció interesante el poder digitalizar los especímenes y sobre todo que es fácilmente implementable la estrategia actual. Y lo que más impacto trae es que con la implementación de dicha metodología en el museo se contribuye a la preservación de los especímenes y se amplía la manipulación de estos a terceros, causando así que se abran más puertas a la investigación.

Ahora bien, con relación a trabajos futuros también es importante resaltar que esta metodología es aplicable a cualquier museo, no solo de historia natural, sino que también

a museos ya sean de artes, arqueológicos entre otros. Es una metodología versátil porque se puede adecuar fácilmente a cualquier contexto y siempre teniendo el mismo impacto y conservando su objetivo de ayudar a la preservación, eliminando así la limitante de la manipulación a terceros.

9. Conclusiones

Los resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto fueron positivos, debido a que se logró cumplir con todos los objetivos planteados para el alcance del proyecto. Dentro del desarrollo del proyecto se realizó el diseño de una metodología para generar modelos 3D de especímenes que permitan tanto el apoyo académico como investigativo para los docentes y estudiantes en el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM), para el cual se realizó la identificación preliminar de la situación teniendo en cuenta las necesidades del contexto actual.

Para lograr el diseño de dicha metodología se realizó de manera preliminar una revisión de literatura encontrándose así las técnicas más empleadas para la creación de modelos 3D, como lo son la tradicional, el software de modelado 3D, la fotogrametría y el scanner 3D; pero de estas se realizó una depuración para seleccionar las mejores técnicas aplicables para la generación de dichos modelos, en donde se identificó como mejores técnicas la fotogrametría y el scanner 3D.

Ahora bien, con la identificación de las mejores técnicas se procedió a la selección de la técnica a ser usada, en donde se seleccionó la técnica de fotogrametría como la técnica para ser implementada en la metodología con referencia a la generación de los modelos permitiendo así la manipulación virtual de los mismos. Para la toma de esta decisión se contextualizó cual sería aquella que fuera de fácil y rápida implementación teniendo en cuenta los factores de capacidad técnica y económica del museo de historia natural, por tal motivo, se descalifica la técnica de Scanner 3D quedando así la técnica de fotogrametría.

Con la selección de la técnica se logró obtener el diseño del procedimiento que permite la integración entre la técnica de fotogrametría y los procedimientos existentes en el Sistema de Gestión de la Calidad correspondiente al Museo de Historia Natural (UAM) de la Universidad de la Amazonia, estableciendo ajustes y modificaciones con relación a los formatos utilizados en el prestamos de los especímenes, incluyendo la opción en donde se especifique que se desea el préstamo del espécimen digitalizado del lugar del físico.

Por último se validó la metodología propuesta, debido a que con la metodología obtenida se pudo comprobar la hipótesis planteada, puesto que con la definición de dicha metodología se explica el paso a paso de la generación de los modelos 3D de especímenes, que para el caso del presente proyecto se digitalizó como espécimen el cráneo del Callicebus Caquetensis y se evidenció con la ayuda de un experto en el área que el resultado obtenido de dicha digitalización logró aumentar la experiencia en los procesos académicos e investigativos.

Por consiguiente, debido a que ya no se tiene la limitante de manipulación física, si no que con el modelo 3D se puede manipular de forma digital causando la sensación de tener una experiencia casi física lo que permitió que se pudiera hacer la manipulación deseada sin tener el temor de causar daño al espécimen y fuera de eso no se tenía restricción de tiempo y se puede contar con la portabilidad, puesto que pueden trabajar desde cualquier lugar y a cualquier hora aumentando así la experiencia y abriendo más las puertas a la investigación.

10. Referencias

- Acosta, G., McClung, E., Jiménez, G., & Hugo García, V. (2018). El empleo de fotogrametría mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT/dron) como herramienta de evaluación del patrimonio en riesgo: chinampas arqueológicas de Xochimilco. *Revista Española de Antropología Americana*, 47(0), 185–197. <https://doi.org/10.5209/reaa.61978>
- Agisoft. (2020). *Aerial survey tips (a rotor-wing drone) : Helpdesk Portal*. <https://agisoft.freshdesk.com/support/solutions/articles/31000149339-aerial-survey-tips-a-rotor-wing-drone->
- Agisoft. (2021). *3D model reconstruction. Agisoft Helpdesk Portal*. <https://agisoft.freshdesk.com/support/solutions/articles/31000152092>
- Álvarez, M., Raposo, J. F., Miranda, M., & Bello, A. B. (2018). *Metodología de Generación de Modelos Virtuales Urbanos 3D para ciudades inteligentes*. 70.
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (1990). ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 56(7), 1068–1070.
- Aparicio Resco, P. (2019). *Rostros de homínidos en 3D: fotogrametría en el Museo de la Evolución Humana (MEH) de Burgos*. <https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2019/06/04/rostros-de-hominidos-en-3d-fotogrametria-en-el-museo-de-la-evolucion-humana-meh-de-burgos/>
- Aparicio Resco, P., Espinoza-Figueroa, F., Aguirre Ullauri, M. del C., Mejía Coronel, P., & Matovelle Jara, C. (2018). Digital photogrammetry for the 3D model of the archeological site of Todos Santos, Cuenca (Ecuador). *Estoa*, 7(13), 25–35. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n013.a02>
- ASPRS Procurement Guidelines Committee. (2008). Guidelines for procurement of professional aerial imagery, photogrammetry, lidar and related remote sensor-based geospatial mapping services. In *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*

- (Vol. 74, Issue 11, pp. 1286–1295). http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/ProcurementGuidelines_SubmittalforBoardApproval_081409.pdf
- Ávila, J. (2016). Diseño de material didáctico para la enseñanza de anatomía. *Systems & Design: Beyond Processes and Thinking*, 1, 1015–1030. <https://doi.org/DOI:>
<http://dx.doi.org/10.4995/IFDP.2016.2955>
- Ávila, M. (2018). *Aplicación de la tecnología 3D a las técnicas de documentación, conservación y restauración de Bienes Culturales* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55798/>
- Badwin, A. V., Bayona Ibáñez, E., & Rincón Parada, I. K. (2015). Metodología para documentación 3D utilizando fotogrametría digital. *Revista Tecnura*, 19(45), 113–120. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/10377>
- Bystedt, D. (2021). *Usando Blender en el desarrollo de juegos*. Embark Studios. <https://medium.com/embarkstudios/using-blender-in-game-development-e52b1c98b7e6>
- Capture the Atlas. (n.d.). *Qué es la APERTURA de diafragma en fotografía y cuál usar*. Retrieved March 29, 2021, from <https://capturetheatlas.com/es/que-es-la-apertura-de-diafragma-en-fotografia/>
- Céspedes Quirós, Y., Cortés Ángel, R., & Madrigal Meneses, M. (2011). Validación de un instrumento para medir la percepción de la calidad de los servicios farmacéuticos del Sistema Público de Salud de Costa Rica. *Rev. Costarric. Salud Pública*, 20(2), 75–82.
- Creaform. (2021). *[Escáner portátil de objetos 3D] | de luz blanca de Creaform*. <https://www.creaform3d.com/es/soluciones-de-metrologia/escaneres-3d-portatiles-goscan-3d>
- Cunningham, J. A. (2021). The use of photogrammetric fossil models in palaeontology education. *Evolution: Education and Outreach*, 14(1), 1–7.

<https://doi.org/10.1186/s12052-020-00140-w>

- de la Torre-Cantero, J., Saorín, J. L., Meier, C., Melián-Díaz, D., & Díaz-Alemán, M. D. (2015). *Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos Creating replicas of scultural heritage through 3D reconstruction and low cost 3D printer in Education*. 27(3), 427–444. https://doi.org/10.5209/rev_ARIS.2015.v27.n3.45864
- Eduardo, C., Jaime, L., Rico, D., Grupo, B., Investigación, D., Aplicadas, I., Eduardo, C., Recibido, L., Universidad, D., Paula, F. De, & Ocaña, S. (2015). *Reconocimiento De Patrones: Fase De Pruebas En Software De Acceso A Información Institucional Basado En Realidad Aumentada*. 9(1), 39–44.
- Evin, A., Souter, T., Hulme-Beaman, A., Ameen, C., Allen, R., Viacava, P., Larson, G., Cucchi, T., & Dobney, K. (2016). The use of close-range photogrammetry in zooarchaeology: Creating accurate 3D models of wolf crania to study dog domestication. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.06.028>
- Farhan, M., Wang, J. Z., Bray, P., Burns, J., & Cheng, T. L. (2021). Comparison of 3D scanning versus traditional methods of capturing foot and ankle morphology for the fabrication of orthoses: a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00442-8>
- Fernández Martínez, A. (2009). WUEP : Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web Integrado en el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos. *Universidad Politecnica de Valencia*, 173. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0901>
- García Vacas, E. I., & Drago, M. (2018). *Análisis comparativo de diferentes sistemas de digitalización tridimensional aplicados a patrimonio escultórico*.
- Garza Moreno, J. E. (2015). *Evaluación de las técnicas físicas y virtuales para modelar objetos con formas orgánicas* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/9715/>

- Gernandt, D. S., Sánchez, V., Samper, U., Giménez, O., & Salazar, G. (2014). Digitalización del herbario nacional de México: avances y retos del futuro. *Revista Digital Universitaria*, 15, 1–13. <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num4/art30/>
- Gómez-vargas, I., Medel-esquivel, R., García-salcedo, R., Legaria, C., Politécnico, I., & Legaria, C. (2018). Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(694).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960469>
- González Pinzón, M. F., & González Sanabria, J. S. (2013). Aplicación del estándar ISO/IEC 9126-3 en el modelo de datos conceptual entidad-relación. *Revista Facultad De Ingeniería*, 22(35), 113. <https://doi.org/10.19053/01211129.2519>
- Hernandez-Nieto, R. (2011). Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas. In U. de los Andes (Ed.), *Univesdidad de los Andes* (Vol. 1, Issue 1).
- Hernández, H. A., & Pascual Barrera, A. E. (2018). Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 157–164.
<https://doi.org/10.22490/21456453.2186>
- Hernández Muñoz, Ó., Sánchez Ortiz, M. A., & Matía Martín, P. (2019). Anatomía animal. Técnicas digitales para la reconstrucción escultórica de la apariencia original de un modelo de cera del siglo XIX. *Intervención, Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología*, 10(19), 64–76.
<https://doi.org/10.30763/Intervencion.2019.19.209>
- IBM Analytics. (2021). IBM SPSS Software. *Ibm*, 1–2. <https://www.ibm.com/cos/analytics/spss-statistics-software>
- ISO 25000. (2019a). *Portabilidad*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/27-portabilidad>
- ISO 25000. (2019b). *Usabilidad*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso->

25010/23-usabilidad

- ka Fernández-Morales, K., ma Vallejo Casarín, A., el Ojeda Ramírez, M. M., & is
McAnally-Salas, L. (2017). Psychometric evaluation of an instrument to measure the
college students Technology Appropriation. *Revista Electrónica de Psicología
Iztacala*, 18(1).
- Medina, J. J., Maley, J. M., Sannapareddy, S., Medina, N. N., Gilman, M., & Id, J. E. M.
(2020). *A rapid and cost-effective pipeline for digitization of museum specimens with
3D photogrammetry*. 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236417>
- Mendez, P. K., Lee, S., & Venter, C. E. (2018). Imaging natural history museum
collections from the bottom up: 3D print technology facilitates imaging of fluid-stored
arthropods with flatbed scanners. *ZooKeys*, 2018(795), 49–65.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.795.28416>
- Mesa Múnera, E., Ramírez Salazar, J., & Branch Bedoya, J. (2011). Construcción de un
modelo digital 3d de piezas precolombinas utilizando escaneo láser. *Avances En
Sistemas e Informática; Vol. 7, Núm. 1 (2010); 119-128 Avances En Sistemas e
Informática; Vol. 7, Núm. 1 (2010); 119-128 1909-0056 1657-7663*, 7(1), 120–128.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Decreto 1375 de 2013*.
[http://www.humboldt.org.co/images/pdf/Colecciones Biológicas -DECRETO 1375
DEL 27 DE JUNIO DE 2013 \(2\).pdf](http://www.humboldt.org.co/images/pdf/Colecciones_Biológicas_-DECRETO_1375_DEL_27_DE_JUNIO_DE_2013_(2).pdf)
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). *Principios
guía técnica*. https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-8672_principios.pdf
- Niquet, N. D., & Barberá, X. M. (2018). El Registro 3D como medio para el análisis y
difusión del patrimonio escultórico. El caso de la escultura en cera del Écorché. *Ge-
Conservacion*, 13, 05–16. <https://doi.org/10.37558/gec.v13i0.551>
- Oviedo G. (2004). La Definición Del Concepto De Percepción En Psicología Con Base En
La Teoría Gestalt. *Revista De Estudios Sociales*, 18(18), 89–96.
<http://www.scielo.org.co/pdf/res/n18/n18a10.pdf>

- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., & García-Cueto, E. (2014). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación [Content Validity Evidences: Theoretical Advances and Estimation Methods]. *Acción Psicológica*, 10(2), 3. <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Porpiglia, F., Checcucci, E., Amparore, D., Manfredi, M., Massa, F., Piazzolla, P., Manfrin, D., Piana, A., Tota, D., Bollito, E., & Fiori, C. (2019). Three-dimensional Elastic Augmented-reality Robot-assisted Radical Prostatectomy Using Hyperaccuracy Three-dimensional Reconstruction Technology: A Step Further in the Identification of Capsular Involvement. *European Urology*, 76(4), 505–514. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.03.037>
- Puntómetro*. (2021). Arquitectónico Ilustrado Glosario de Arte. <https://www.glosarioarquitectonico.com/glossary/puntometro/>
- Rocchini, C., Cignoni, P., Montani, C., Pingi, P., & Scopigno, R. (2001). A low cost 3D scanner based on structured light. *Computer Graphics Forum*, 20(3), 299–308. <https://doi.org/10.1111/1467-8659.00522>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edic). Mc Graw Hill Education.
- Saorín, J. L., Meier, C., Torre-Cantero, J. de la, Carbonell-Carrera, C., Melián-Díaz, D., & León, A. B. de. (2017). Competencia Digital: Su relación con el uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *Edmetic: Revista De Educación Mediática y TIC*, 6(2), 27–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i2.6187>
- Saorin Pérez, J. L., Meier, C., Ruiz Castillo, C., De La Torre-Cantero, J., Melián Díaz, D., & Bonnet De León, A. (2016). Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste; Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 17(3), 89. <https://doi.org/10.14201/eks201617389108>
- SiB Colombia*. (2019). <https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2019/>

- Ströbel, B., Schmelzle, S., Blüthgen, N., & Heethoff, M. (2018). An automated device for the digitization and 3D modelling of insects, combining extended-depth-of-field and all-side multi-view imaging. *ZooKeys*, 2018(759), 1–27.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.759.24584>
- Suarez-Burgoa, L. O., & Castro-Caicedo, A. J. (2019). Modelo geométrico tridimensional para macizos rocosos a partir de fotografías y el programa Octave: Cantera Santa Rita, Medellín, Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 15(30), 33–56.
<https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.30.2>
- Tejado Sebastián, J. (2005). Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del Patrimonio Arqueológico. *Iberia: Revista de La Antigüedad*, 8, 135–160.
- Procedimiento Constancia de Ingreso a Colecciones Biológicas de Referencia y Docencia, Pub. L. No. PD-A-APM-08, 5 (2017).
[https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Sistema Integrado de Gestion de Calidad/6. Procesos/3. Apoyo/Gestion de Apoyo Academico/Procedimientos/Museo de Historia Natural/8. Constancia de ingreso a colecciones biologicas de referencia y docencia/PD-A](https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Sistema%20Integrado%20de%20Gestion%20de%20Calidad/6.%20Procesos/3.%20Apoyo/Gestion%20de%20Apoyo%20Academico/Procedimientos/Museo%20de%20Historia%20Natural/8.%20Constancia%20de%20ingreso%20a%20colecciones%20biologicas%20de%20referencia%20y%20docencia/PD-A)
- Valencia, J., & Muñoz, Á. L. (2019). Las IDE 3D: necesidad, desarrollo y líneas de investigación. *Revista Cartográfica*, 96, 107–124.
<https://doi.org/10.35424/rcar.v0i96.190>
- Valero Rodríguez, E. (2013). *Generación automática de modelos 3D con escáneres y tecnologías inteligentes*. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:IngInf-Evalero>
- White, S., Hirst, C., & Smith, S. E. (2018). The Suitability of 3D Data: 3D Digitisation of Human Remains. *Archaeologies*, 14(2), 250–271. <https://doi.org/10.1007/s11759-018-9347-9>
- Workflow, U. P. (n.d.). *Photogrammetry Workflow*. Retrieved March 28, 2021, from https://unity3d.com/files/solutions/photogrammetry/Unity-Photogrammetry-Workflow_2017-07_v2.pdf

A. Anexo. Instrumentos definitivos



Encuesta Biología

La presente encuesta se realiza con fines académicos teniendo como tema principal la generación de modelos 3D de especímenes para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM). En donde se tiene como objetivo identificar los beneficios o debilidades de la generación de estos modelos respecto a su escalabilidad, usabilidad, percepción, aplicabilidad y portabilidad en un contexto académico e investigativo. Es de resaltar que la información suministrada en esta encuesta es confidencial y el tratamiento de los datos se realizara de manera general.

* Obligatorio

* Este formulario registrará su nombre, escriba su nombre.

Información Demográfica

1. Ocupación *

- Funcionario del Museo UAM
- Estudiante

2. Sexo *

- Femenino
- Masculino

3. Rango de Edad *

- [16-20]
- [21-25]
- [26-30]
- [31-35]
- [36-40]
- [41-46]
- Mayor a 45

Cuestionario

Instrucciones: Por favor ser lo más honesto posible con las respuestas suministradas en el cuestionario y de igual manera indicar la respuesta que más represente su opinión.

4. ¿Cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos?. (varias respuestas) *

- Esqueletos
- Pieles
- Plumas

5. Cuando usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, ¿con qué grado de manipulación se le permite contar?. (varias respuesta) *

- Tocarlo
- Solo observarlo
- Sacarlo del museo
- Marcarlo (pintarle, escribirle etc.)

6. ¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?. (varias respuestas) *

- Libros
- Estudios de investigación
- Artículos
- Software especializado

7. De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?. (varias respuestas) *

- PDF
- Realidad Aumentada
- Realidad Virtual
- Impresión 3D

8. De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?. (varias respuestas) *

- PDF
- Realidad Aumentada
- Realidad Virtual
- Impresión 3D

9. En rangos de tiempo, ¿por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud? *

- Menos de 1 hora
- Entre 1 y 3 horas
- Entre 3 a 5 horas
- Mas de 5 horas

10. ¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo? *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

11. El contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a: (varias respuestas) *

- Mejora la manipulación
- Evitar el desgaste del espécimen
- Ayudar a la preservación de individuos

12. Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?. *

- Lo usaría
- No creo que lo usaría
- No lo usaría

13. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?. *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

14. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?. *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

15. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos? *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

16. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos? *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

17. ¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?. (varias respuestas) *

- Smartphone gama alta
- Smartphone gama media
- Tablet gama alta
- Tablet gama media
- Portátil gama alta
- Portátil gama media
- Computador de mesa gama alta
- Computador de mesa media
- Ninguna de las anteriores

18. ¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?. (varias respuestas) *

- Datos móviles
- Wifi
- No tiene acceso

19. ¿Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D?. (varias respuestas) *

- Un enlace de descarga
- Correo electrónico
- Medio magnético (USB, Disco Duro, etc.)

::: Entrevista :::

Modelos 3D

Fecha: __DD/MM/AAAA__

Nombre: _____

Profesión: _____

Título profesional: _____

1. ¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que público va enfocado?
2. ¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?
3. ¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?
4. ¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?
5. ¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?

Dado el caso que no se encuentre familiarizado al encuestado Indicarle: Sabía usted que los modelos 3D permite la interacción didáctica virtual de diferentes representaciones digitalizadas de objetos e incluso facilitan el hecho de interactuar con las mismas, con el uso de tecnologías complementarias como la realidad virtual, realidad aumentada o realidad mixta. Además, los modelos 3D facilitan incluso la manipulación básica como rotación, segmentación y cortes entre otras funcionalidades elementales del objeto digitalizado.

6. ¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?
7. ¿Qué beneficios considera usted que puede obtener el museo de historia natural con la digitalización 3D de los ejemplares?
8. ¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?
9. ¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?

B. Anexo. Instrumentos

...: Encuesta ... Modelos 3D

INTRODUCCIÓN

La presente encuesta se realiza con fines académicos teniendo como tema principal la generación de modelos 3D de especímenes para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM). En donde se tiene como objetivo identificar los beneficios o debilidades de la generación de estos modelos respecto a su escalabilidad, usabilidad, percepción, aplicabilidad y portabilidad en un contexto académico e investigativo. Es de resaltar que la información suministrada en esta encuesta es confidencial y el tratamiento de los datos se realizara de manera general.

INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA

Ocupación: Funcionario del Museo UAM Estudiante Sexo: M F
Edad: _____

CUESTIONARIO

Instrucciones: Por favor ser lo más honesto posible con las respuestas suministradas en el cuestionario y de igual manera indicar la respuesta que más represente su opinión.

Escalabilidad

- En cual de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos.
 Esqueletos Pieles Pímas
- ¿Cuándo usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, con Qué grado de manipulación se le permite contar?
 Tocarlo Solo observarlo Sacarlo del museo Marcarlo (pintarle, escribirle etc.)
- ¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?
 Libros Estudios de investigación Artículos Software especializado

Usabilidad

- De los siguientes medios, ¿cuales seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?
 PDF Realidad Aumentada Realidad Virtual Impresión 3D
- De los siguientes medios, ¿cuales seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?
 PDF Realidad Aumentada Realidad Virtual Impresión 3D
- En rangos de tiempo, ¿Por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?
 Menos de 1 hora Entre 1 y 3 horas Entre 3 a 5 horas Mas de 5 horas

Percepción

- Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, con contar con un modelo 3D del mismo.
 Nunca Casi nunca A veces Casi siempre Siempre

8. Al contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a:

- Mejora la manipulación Evitar el desgaste del espécimen Ayudar a la preservación de individuos

9. Partiendo de la base hipotética de que cuenta con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?

- Lo usaría No creo que lo usaría No lo usaría

Aplicabilidad

10. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?

- Nunca Casi nunca A veces Casi siempre Siempre

11. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?

- Nunca Casi nunca A veces Casi siempre Siempre

12. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?

- Nunca Casi nunca A veces Casi siempre Siempre

13. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?

- Nunca Casi nunca A veces Casi siempre Siempre

Portabilidad

14. ¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?

- Smartphone gama alta
 Smartphone gama media
 Tablet gama alta
 Tablet gama media
 Portátil gama alta
 Portátil gama media
 Computador de mesa gama alta
 Computador de mesa media
 Ninguna de las anteriores

15. ¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?

- Datos móviles Wifi No tiene acceso

16. Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D.

- Un enlace de descarga
 Correo electrónico
 Medio magnético (USB, Disco Duro, etc.)

::: Entrevista :::
Modelos 3D

Fecha: DD/MM/AAAA

Profesión: _____

Título profesional: _____

1. ¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?
2. ¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?
3. ¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?
4. ¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?
5. ¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?
Dado el caso que no se encuentre familiarizado al encuestado indicarle: Sabía usted que los modelos 3D permite la interacción didáctica virtual de diferentes representaciones digitalizadas de objetos e incluso facilitan el hecho de interactuar con las mismas, con el uso de tecnologías complementarias como la realidad virtual, realidad aumentada o realidad mixta. Además, los modelos 3D facilitan incluso la manipulación básica como rotación, segmentación y cortes entre otras funcionalidades elementales del objeto digitalizado.
6. ¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?
7. ¿Qué beneficios considera que obtendría el museo de historia natural con la digitalización en modelos 3D los ejemplares?
8. ¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?
9. ¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?

C. Anexo. Formatos de Evaluación de Instrumentos

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:		Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)						
EVALUADOR:								
FECHA (DD/MM/YYYY):								
INSTRUMENTO:		Encuesta						
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
					GRADO DE VALOR (X)			
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ITEM	INDICADOR	1	2	3	4	5	OBSERVACIÓN
1	En cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso un modelo 3D con fines académicos e investigativos.	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
2	Qué grado de manipulación se le puede permitir al contar con un espécimen facilitado en calidad de préstamos en el Museo de Historia Natural UAM	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
3	Con que herramientas adicionales cuenta para el análisis, estudios e investigación de especímenes	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
4	De los siguientes medios por cuales le gustaría hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
5		Pertinencia						

16	Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D	Relevancia						
		Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:	Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:								
FECHA (DD/MM/YYYY):								
INSTRUMENTO:	Entrevista							
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
						GRADO DE VALOR (X)		
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	1	2	3	4	5	OBSERVACIÓN
1	¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
2	¿Cuáles son los problemas más comunes de los especímenes preservados en el museo de historia natural y qué se utilizan con fines académicos e investigativos?	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
3	¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de especímenes?	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
4	¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?	Pertinencia						
		Claridad						
		Coherencia						
		Relevancia						
5		Pertinencia						

D. Anexo. Recomendaciones de expertos

Formato de Evaluación de Instrumento									
INVESTIGACIÓN:		Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:		Jesús Emilo Pinto Lopera							
FECHA (DD/MM/YYYY):		10/02/2021							
INSTRUMENTO:		Entrevista							
INDICADORES									
INDICADOR	DESCRIPCIÓN								
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.								
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.								
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)								
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.								
GRADO DE VALOR									
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente									
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN	
			1	2	3	4	5		
1	¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
2	¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
3	¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
4	¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
5	¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
6	¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?	Pertinencia						x	Reformular, es confusa, sobre todo por la posición de la coma y el tipo de "datos" a los que se puede referir.
		Claridad		x					
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
7	¿Qué beneficios considera que obtendría el museo de historia natural con la digitalización en modelos 3D los ejemplares?	Pertinencia						x	¿Qué beneficios considera usted que puede obtener el museo de historia natural con la digitalización 3D de los ejemplares?
		Claridad			x				
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
8	¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	
9	¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?	Pertinencia						x	
		Claridad						x	
		Coherencia						x	
		Relevancia						x	

Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia (UAM).

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN: Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)								
EVALUADOR: Jesús Emilio Pinto Lopera								
FECHA (DD/MM/YYYY): 10/02/2021								
INSTRUMENTO: Encuesta								
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	
1	En cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos.	Pertinencia					x	Sobra el "En" en el inicio de la sentencia. De no ser así, creo entonces que es confusa.
		Claridad			x			
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
2	¿Cuándo usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, con Qué grado de manipulación se le permite contar?	Pertinencia					x	Tener en cuenta el empleo adecuado de letras mayúsculas en la sentencia. Así mismo, "cuándo" no se utiliza aquí como adverbio interrogativo, por tanto, no debe llevar tilde. En ese sentido, el signo de interrogación debería ubicarse en el inicio de la pregunta (... ¿con qué...), que no debe coincidir necesariamente con el inicio del enunciado.
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
3	¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
4	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?	Pertinencia					x	Intentaría reformular la pregunta, a mi parecer puede confundir al lector.
		Claridad			x			
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
5	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?	Pertinencia					x	Intentaría reformular la pregunta, a mi parecer puede confundir al lector.
		Claridad			x			
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
6	En rangos de tiempo, ¿Por cuántas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?	Pertinencia					x	"... ¿por cuántas horas..."
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
7	Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, con contar con un modelo 3D del mismo	Pertinencia					x	Reformular completamente, la sentencia es confusa, tenga en cuenta los signos de interrogación.
		Claridad		x				
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
8	Al contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a	Pertinencia					x	"El contar con ... cree usted que ayuda a:"
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
9	Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?	Pertinencia					x	"... ¿qué..."
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
10	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?	Pertinencia					x	"¿Cree usted que se podría..."
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
11	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?	Pertinencia			x			A mi parecer se incluye en la pregunta anterior.
		Claridad				x		
		Coherencia			x			
		Relevancia			x			
12	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?	Pertinencia					x	"¿Cree usted que se podría..."
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
13	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?	Pertinencia					x	"¿Cree usted que se podría..."
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
14	¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
15	¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?	Pertinencia					x	Es algo incoherente con la tercera opción de respuesta, pero entiendo que se debe tener en cuenta.
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
16	Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D	Pertinencia					x	Tener en cuenta los signos de interrogación.
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:	Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:	Claudia Jiménez Arenas							
FECHA (dd/mm/yyyy):	10/02/2021							
INSTRUMENTO:	Encuesta							
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	
1	En cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos.	Pertinencia					X	
		Claridad				X		
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
2	¿Cuándo usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, con Qué grado de manipulación se le permite contar?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
3	¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?	Pertinencia					X	
		Claridad				X		
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
4	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
5	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
6	En rangos de tiempo, ¿Por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
7	Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, con contar con un modelo 3D del mismo	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
8	Al contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
9	Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
10	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?	Pertinencia					X	
		Claridad				X		
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
11	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
12	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?	Pertinencia					X	
		Claridad				X		
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
13	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?	Pertinencia					X	
		Claridad				X		
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
14	¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
15	¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
16	Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:	Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:	Claudia Jiménez Arenas							
FECHA (dd/MM/yyyy):	10/02/2021							
INSTRUMENTO:	Entrevista							
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	
1	¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
2	¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
3	¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
4	¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
5	¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
6	¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
7	¿Qué beneficios considera que obtendría el museo de historia natural con la digitalización en modelos 3D los ejemplares?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
8	¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	
9	¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?	Pertinencia					X	
		Claridad					X	
		Coherencia					X	
		Relevancia					X	

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:	Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:	Eliana Dirley Cordoba Correa							
FECHA (dd/MM/yyyy):	10/02/2021							
INSTRUMENTO:	Encuesta							
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	
1	En cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos.	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
2	¿Cuándo usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, con Qué grado de manipulación se le permite contar?	Pertinencia					x	¿Cuándo usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, con qué grado de manipulación se le permite contar?
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
3	¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
4	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
5	De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
6	En rangos de tiempo, ¿Por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
7	Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, con contar con un modelo 3D del mismo	Pertinencia					x	Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, con contar con un modelo 3D del mismo
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
8	Al contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
9	Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿Qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
10	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
11	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
12	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
13	Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
14	¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
15	¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
16	Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	

Formato de Evaluación de Instrumento								
INVESTIGACIÓN:	Metodología para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos para el Museo de Historia Natural de la Universidad de la Amazonia. (UAM)							
EVALUADOR:	Eliana Dirley Cordoba Correa							
FECHA (dd/MM/YYYY):	10/02/2021							
INSTRUMENTO:	Entrevista							
INDICADORES								
INDICADOR	DESCRIPCIÓN							
Pertinencia	El ítem tiene relación con el proyecto y en consecuencia con los objetivos.							
Claridad	El ítem es fácilmente entendible y evita confusión.							
Coherencia	El ítem cuenta con las diferentes partes del proyecto (Objetivo, variables, etc.)							
Relevancia	El ítem es importante para alcanzar objetivos, variables etc.							
GRADO DE VALOR								
1- Inaceptable 2- Deficiente 3- Aceptable 4- Bueno 5- Excelente								
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	INDICADOR	GRADO DE VALOR (X)					OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	
1	¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
2	¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
3	¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?	Pertinencia					x	
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
4	¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
5	¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
6	¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?	Pertinencia					x	
		Claridad				x		
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
7	¿Qué beneficios considera que obtendría el museo de historia natural con la digitalización en modelos 3D los ejemplares?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
8	¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	
9	¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?	Pertinencia					x	
		Claridad					x	
		Coherencia					x	
		Relevancia					x	

E. Anexo. Constancias de juicio de expertos

MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PROYECTOS TECNOLOGICO

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO.

Yo, Claudia Jiménez Arenas, por medio la presente certifico que realice el juicio de experto a los presentes instrumento construidos por OSCAR FABIÁN PATIÑO PERDOMO, para la investigación del trabajo de grado titulado "METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS 3D DE ESPECÍMENES CON FINES ACADÉMICOS E INVESTIGATIVOS PARA EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA. (UAM)", según las indicaciones presentadas.

En Florencia, Caquetá, a los 10 días del mes de Febrero del Año 2021

Cordialmente,

Claudia Jiménez Arenas

Firma

**MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PROYECTOS
TECNOLOGICO**

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO.

Yo, Eliana Dirley Cordoba Correa , por medio la presente certifico que realice el juicio de experto a los presentes instrumento construidos por **OSCAR FABIÁN PATIÑO PERDOMO**, para la investigación del trabajo de grado titulado **"METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS 3D DE ESPECÍMENES CON FINES ACADÉMICOS E INVESTIGATIVOS PARA EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA. (UAM)"**, según las indicaciones presentadas.

En Florencia, Caquetá, a los 10 días del mes de Febrero del Año 2021

Cordialmente,

Eliana Córdoba C.
Firma

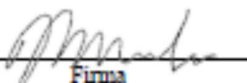
**MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PROYECTOS
TECNOLÓGICO**

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO.

Yo, Jesús Emilio Pinto Lopera, por medio la presente certifico que realice el juicio de experto a los presentes instrumento contruidos por **OSCAR FABIÁN PATIÑO PERDOMO**, para la investigación del trabajo de grado titulado **"METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS 3D DE ESPECÍMENES CON FINES ACADÉMICOS E INVESTIGATIVOS PARA EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA. (UAM)"**, según las indicaciones presentadas.

En Florencia, Caquetá, a los 10 días del mes de Febrero del Año 2021

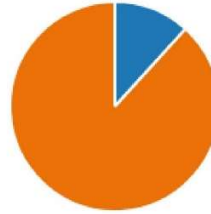
Cordialmente,


Firma

F. Anexo. Resultado de la encuesta

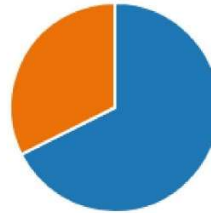
1. Ocupación

● Funcionario del Museo UAM	4
● Estudiante	30



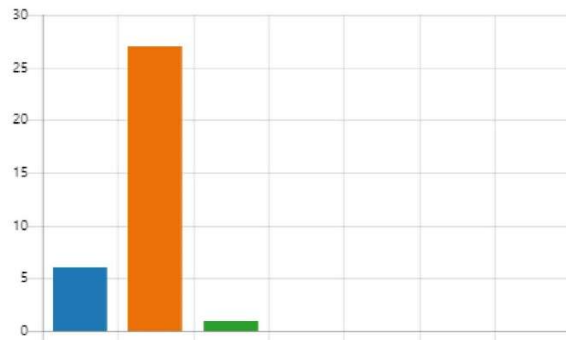
2. Sexo

● Femenino	23
● Masculino	11



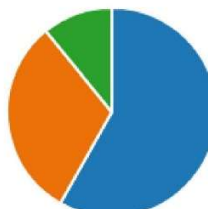
3. Rango de Edad

● [16-20]	6
● [21-25]	27
● [26-30]	1
● [31-35]	0
● [36-40]	0
● [41-46]	0
● Mayor a 45	0



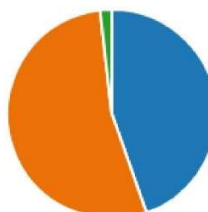
4. ¿Cuál de las siguientes alternativas le atrae más para hacer uso de un modelo 3D con fines académicos e investigativos?. (varias respuestas)

● Esqueletos	32
● Pieles	17
● Plumas	6



5. Cuando usted solicita el préstamo de un espécimen al Museo, ¿con qué grado de manipulación se le permite contar?. (varias respuesta)

● Tocar	25
● Solo observarlo	30
● Sacarlo del museo	1
● Marcarlo (pintarle, escribirle et...)	0



6. ¿Con qué herramientas adicionales cuenta para los procesos de análisis, estudio e investigación de los especímenes?. (varias respuestas)

● Libros	32
● Estudios de investigación	17
● Artículos	34
● Software especializado	0



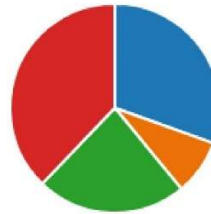
7. De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos académicos?. (varias respuestas)

● PDF	25
● Realidad Aumentada	7
● Realidad Virtual	20
● Impresión 3D	32



8. De los siguientes medios, ¿cuáles seleccionaría para hacer uso de un modelo 3D de un espécimen para sus procesos investigativos?. (varias respuestas)

● PDF	25
● Realidad Aumentada	7
● Realidad Virtual	19
● Impresión 3D	31



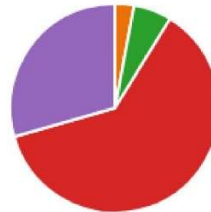
9. En rangos de tiempo, ¿por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?

● Menos de 1 hora	0
● Entre 1 y 3 horas	12
● Entre 3 a 5 horas	20
● Mas de 5 horas	2



10. ¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo?

● Nunca	0
● Casi nunca	1
● A veces	2
● Casi siempre	21
● Siempre	10



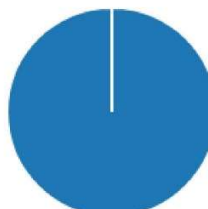
11. El contar con una herramienta TIC para la manipulación de especímenes de manera virtual cree usted que ayuda a: (varias respuestas)

● Mejora la manipulación	29
● Evitar el desgaste del espécim...	32
● Ayudar a la preservación de in...	16



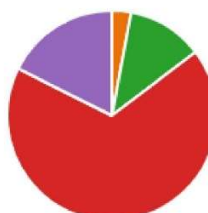
12. Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?.

● Lo usaría	34
● No creo que lo usaría	0
● No lo usaría	0



13. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?.

● Nunca	0
● Casi nunca	1
● A veces	4
● Casi siempre	23
● Siempre	6



14. Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?.

● Nunca	0
● Casi nunca	1
● A veces	3
● Casi siempre	26
● Siempre	4



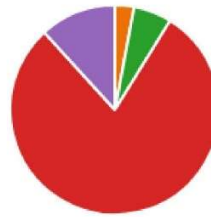
15. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?

● Nunca	0
● Casi nunca	1
● A veces	3
● Casi siempre	26
● Siempre	4



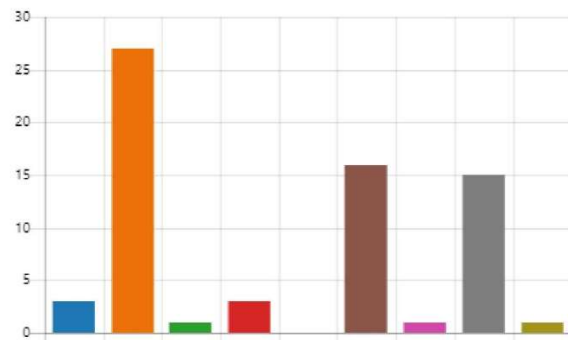
16. ¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?

● Nunca	0
● Casi nunca	1
● A veces	2
● Casi siempre	27
● Siempre	4






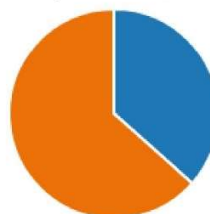
17. ¿Con cuáles de los siguientes medios electrónicos cuenta?. (varias respuestas)

● Smartphone gama alta	3
● Smartphone gama media	27
● Tablet gama alta	1
● Tablet gama media	3
● Portátil gama alta	0
● Portátil gama media	16
● Computador de mesa gama al...	1
● Computador de mesa media	15
● Ninguna de las anteriores	1






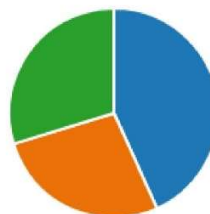
18. ¿Cuenta con acceso a internet a través de algunos de estas opciones?. (varias respuestas)

	Datos móviles	19
	Wifi	33
	No tiene acceso	0



19. ¿Preferiblemente a través de que medio le gustaría recibir el modelo 3D?. (varias respuestas)

	Un enlace de descarga	32
	Correo electrónico	20
	Medio magnético (USB, Disco ...	22



G. Anexo. Estadística total de elementos y de Escala

H. Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
En rangos de tiempo, ¿por cuantas horas les facilitan los especímenes para su estudio en el Museo de Historia Natural UAM durante una solicitud?	21,12	6,955	,242	,882
¿Considera que entre más datos tenga un ejemplar más valor científico adquiere, por ejemplo, contar con un modelo 3D del mismo?	19,65	5,872	,523	,847
Partiendo de la base hipotética de que cuente con un modelo 3D de un espécimen aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo use/utilice para sus procesos académicos?	22,82	8,029	,000	,874
¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología?	19,82	5,180	,818	,793

Cree usted, ¿que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada a las generalidades de la osteología comparada?	19,85	5,402	,856	,790
¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con planos topográficos anatómicos?	19,85	5,402	,856	,790
¿Cree usted que se podría considerar el uso de modelos 3D como una alternativa para realizar los procesos de estudio con referencia a temáticas relacionada con accidentes óseos?	19,82	5,483	,870	,789

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
23,82	8,029	2,833	7

Fuente: Resultado del programa IBM SPSS Statistics.

H. Anexo. Guía para digitalización y optimización



GUÍA PARA DIGITALIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE MODELOS 3D

A continuación, se presentan los pasos a realizar para la digitalización y la optimización de modelos 3D de especies para museos de historia natural.

DIGITALIZACIÓN DE ESPECÍMENES

Nota: Para realizar el primer paso de la digitalización de especímenes se recomienda tener en cuenta alguno de los siguientes escenarios par la toma fotográfica y manejo del espécimen.

Figura 1. Escenario fotogrametría con luz artificial, caja de luz y base giratoria

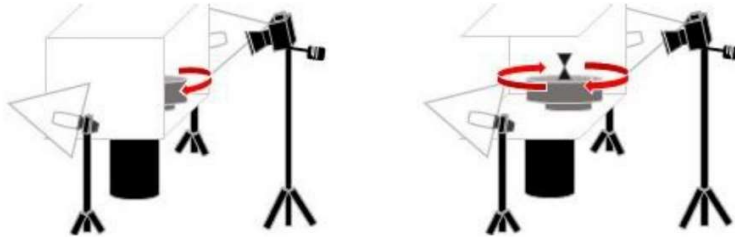
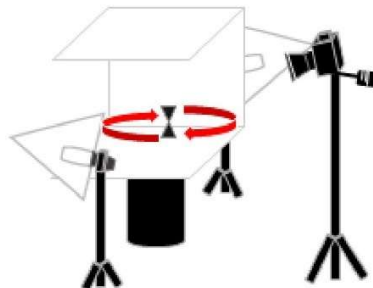


Figura 2. Escenario fotogrametría con luz artificial, caja de luz y giros manuales



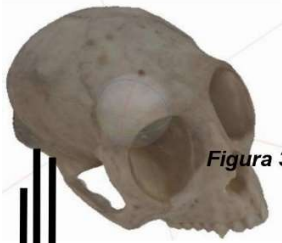


Figura 3. Escenario fotogrametría con luz artificial y base giratoria

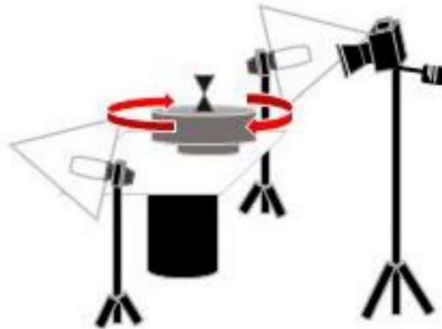


Figura 4. Escenario fotogrametría con luz natural y base giratoria

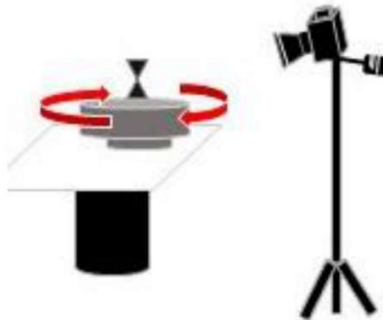


Figura 5. Escenario fotogramétrico rotando la figura manualmente

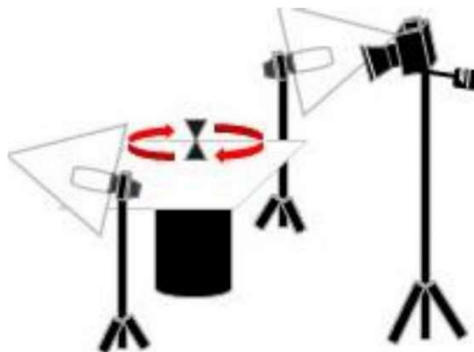
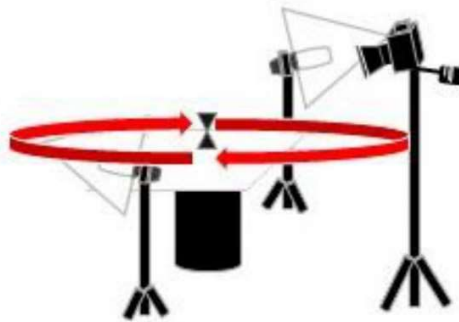




Figura 6. Escenario fotogramétrico rotando sobre la figura



...: DETALLE PARA DIGITALIZAR ESPÉCIMEN ...:

Ejecutar los siguientes pasos teniendo en cuenta la descripción para generar un modelo digitalizado en 3D de un espécimen.

N°.	Pasos a Realizar	Descripción	Responsable
1	Definir y organizar estrategia de toma fotográfica	<ul style="list-style-type: none"> Se debe definir cómo va a realizarse la iluminación si natural o artificial utilizando caja de luz y/o lámparas Definir la forma óptima para realizar las tomas fotográficas. Teniendo en cuenta si se rota manualmente el espécimen, se rota utilizando una base giratoria o se rotará el digitalizador dejando la pieza quieta Organizar el espacio físico donde se realizarán las tomas fotográficas, teniendo en cuenta el impacto del ambiente frente al espécimen. Alistamiento y montaje de todo el equipo necesario. Se crea en caso de no existir una carpeta con el nombre científico del espécimen a 	Digitalizador



		<p>digitalizar, completo o abreviado, de lo contrario pasar al siguiente punto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la carpeta con el nombre del espécimen a digitalizar, agrega una carpeta con el nombre del número de catálogo UAM al que pertenece el espécimen, de ya existir hacer caso omiso. • Crear dentro de la carpeta anteriormente nombrada, otra carpeta que indique un nombre representativo del modelo a generar seguido de versión y año utilizando el separador “_”, ejemplo “craneo_2021_v1”. <p>Nota: Los nombres de las carpetas no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúsculas.</p>	
2	Realizar tomas fotográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar las fotografías necesarias desde los distintos niveles del espécimen como lo puede ser bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto. • Guardar las fotografías en formato RAW, dentro de la última carpeta creada en el paso anterior, con el Nombre científico del espécimen sufijo “_raw” exclusivamente para guardar estas fotografías. <p>Nota: Los nombres de las carpetas y/o no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</p>	Digitalizador
3	Revelado de las fotografías	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando un software para procesar imágenes en formato en RAW, se revisa y ajustan parámetros como blancos, temperatura, matiz, exposiciones, contraste, iluminaciones y sombras, de tal 	Digitalizador



		<p>forma que las fotografías revelen la mayor cantidad de información posible. Tener en cuenta de ser el caso el uso de la tarjeta de balance de blancos y/o carta de calibración de colores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se guardan las fotografías reveladas en una carpeta con sufijo “_jpg” al mismo nivel de las guardadas en formato RAW. <p>Nota: <i>Los nombres de la carpeta y las fotografías no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</i></p>	
4	<p>Generar modelo 3D en software fotogramétrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando un software fotogramétrico se deben procesar las imágenes reveladas, siguiendo el flujo de trabajo proporcionado por el respectivo software, preferiblemente generando nube de puntos, mallas y textura. • El archivo propio del guardado del software fotogramétrico se ubicará al nivel de la carpeta RAW con el nombre representativo del modelo generado. • Orientar el modelo 3D y escalar en lo posible. • Al mismo nivel del archivo propio del software creado anteriormente se guardan los archivos de exportación del objeto tridimensional generados por el software fotogramétrico, preferiblemente en formato .OBJ y con las texturas en .JPG <p>Nota: <i>Los archivos de exportación no pueden contar con acentos ni utilizar caracteres especiales a diferencia del guion bajo y en minúscula.</i></p>	Digitalizador



...: DETALLE PARA OPTIMIZACIÓN UN MODELO 3D ...:

Ejecutar los siguientes pasos teniendo en cuenta la descripción para la optimización de un modelo digitalizado en 3D de un espécimen.

N°.	Pasos a Realizar	Descripción	Responsable
1	Importar modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Importar el modelo 3D al que se le aplicara el postproceso a un software de modelado de la ruta donde se exporto o de donde se cuenta el modelo a tratar. • Verificar la orientación del modelo 3D y se ajusta de ser necesario. 	Digitalizador
2	Gestionar escalado del modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Se procede a validar y aplicar las medidas correctas de entre el espécimen físico y el modelo 3D, dejándolos a escalas iguales. 	Digitalizador
3	Realizar Cierre de Huecos	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una revisión del modelo 3D y se procede a realizar un cierre de los huecos que se encuentren en la malla y así se considere, siempre dando prioridad a un cierre con polígonos quads (Polígonos de 4 lados) en lo posible o Tris (Polígonos de 3 lados) dado el caso. • Se procede a guardar y remplazar el archivo original. 	Digitalizador
4	Retopología de geometría	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea una copia del modelo 3D en el software de modelado superpuesto al original (High Poly), posteriormente se reducir el número de polígonos de la copia generando un nuevo modelo (Low Poly), utilizando ya sea el mismo software de 	Digitalizador



		<p>modelado o uno independiente especialmente para dicho proceso de retopología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez se cuenta con el modelo retopolizado se debe guardar este con el mismo nombre y sufijo “_retopo”, pero en una carpeta con él sufijo “_optimizado” al mismo nivel del archivo no retopolizado. • Se crea una carpeta con él sufijo “_modelado” al mismo nivel del archivo no retopolizado donde se guardará el archivo de la herramienta de modelado con el nombre del modelo 3D original. 	
5	Generar Mapeo UV	<ul style="list-style-type: none"> • Haciendo uso del archivo de modelado se debe generar un mapeo UV sobre el modelo retopolizado, teniendo en cuenta que el mayor detalle geométrico de la pieza se debe resaltar. • Una vez se cuenta con el mapeo UV se debe guardar el mismo archivo, pero con el sufijo “_uv” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	Digitalizador
6	Generar Mapeo de Textura (Diffuse)	<ul style="list-style-type: none"> • Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_uv”, se debe generar el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. • Una vez se cuenta con el mapeo de textura (diffuse) se debe guardar está en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_diffuse” en formato preferiblemente .png 	Digitalizador



		<ul style="list-style-type: none"> Una vez se cuenta con la textura diffuse se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_diffuse” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	
7	Generar Mapeo de Textura (Normales)	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_diffuse”, se procede a generar el mapa de normales para darle el relieve a la pieza, generando el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. Una vez se cuenta con el mapeo de textura (normales) se debe guardar en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_normal” en formato preferiblemente .png. Una vez se cuenta con la textura de normales se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_normal” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	Digitalizador
8	Generar Mapeo de Textura (Ambient Occlusion)	<ul style="list-style-type: none"> Haciendo uso archivo de modelado con sufijo “_normal”, se debe generar el mapeo de textura ambient occlusion el cual permitir remarcar las partes ocultas del modelo, generando el bakeado que se reprojete desde el modelo High poly al Low poly. 	Digitalizador



		<ul style="list-style-type: none"> • Una vez se cuenta con el mapeo de textura (Ambient Occlusion) se debe guardar en la carpeta con el sufijo “_optimizado” pero este archivo llevara el sufijo “_ambiente” en formato preferiblemente .png. • Una vez se cuenta con la textura de Ambient Occlusion se debe guardar el mismo archivo de software de modelado, pero con el sufijo “_ambiente” dentro de la carpeta “_modelado”. <p>Nota: Si se considera se pueden retocar los archivos en formato imagen de la textura manteniendo naturalidad.</p>	
9	Exportar modelo 3D (Low Poly)	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez se generaron todas las texturas se procede a exportar solo el modelo 3D Low Poly dentro de la carpeta con el sufijo “_op” con sus archivos adyacentes propios de este proceso. 	Digitalizador

I. Anexo. Respuestas de la Entrevista

... Entrevista ...

Modelos 3D

Fecha: 03/04/2021

Profesión: Bióloga

Título profesional:

- Especialización en Pedagogía
- Maestría en Ciencias-Biología
- Estudiante en el Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable

1. ¿Cuál es el objetivo de un museo de historia natural y a que publico va enfocado?

Preservar biodiversidad y albergar información de ámbito científico, perpetuando esa información sistematizadamente, y se enfoca a la comunidad científica, academia en términos de información de pregrado, postgrado y entorno a procesos de proyección y extensión social.

2. ¿Cuáles son los problemas más comunes que se presentan en los especímenes preservados por el museo de historia natural y que son utilizados con fines académicos e investigativos?

La manipulación, donde las condiciones ambientales con solo el hecho de exponerse ya se colocan en riesgo los especímenes.

3. ¿Con que herramientas o instrumentos tecnológicos cuenta con fines académicos e investigativos en función de la manipulación de especímenes?

Instrumentos ópticos como los estereoscópicos.

4. ¿Qué opina acerca de contar con los especímenes digitalizado?

Es una herramienta que permitirá facilitar la formación de nuevos profesionales en el área y desarrollar investigación con respecto a medidas y descripciones.

5. ¿Se encuentra familiarizado con el concepto de modelos 3D?

Dado el caso que no se encuentre familiarizado al encuestado indicarle: Sabía usted que los modelos 3D permite la interacción didáctica virtual de diferentes representaciones digitalizadas de objetos e incluso facilitan el hecho de interactuar con las mismas, con el uso de tecnologías complementarias como la realidad virtual, realidad aumentada o realidad mixta. Además, los modelos 3D facilitan incluso la manipulación básica como rotación, segmentación y cortes entre otras funcionalidades elementales del objeto digitalizado.

Si, y es una técnica que permitiría ir a la vanguardia en un territorio como el nuestro.

6. ¿Considera que los modelos 3D aportan a los datos del ejemplar para enriquecer su valor científico, durante la preservación biológica en un museo de historia natural?

Si, siempre y cuando siga logrando condiciones de escalabilidad, resolución y calidad definitivamente sí.

7. ¿Qué beneficios considera usted que puede obtener el museo de historia natural con la digitalización 3D de los ejemplares?

Potencializar sus actividades en docencia e impacto en la sociedad a través de sus ejercicios de extensión y proyección.

8. ¿Qué recomendaciones se deberían tener en consideración para la generación de modelos 3D de especímenes con fines académicos e investigativos?

Que cuenten con escalabilidad, resolución y calidad, y que además que dicho modelo se ligue con los metadatos del espécimen.

9. ¿Qué limitante considera que tiene los modelos 3D?

La tecnología con la que puede contar ciertas personas para hacer uso del modelo en alta calidad.